

Estudios ambientales y riesgos naturales

Aportaciones al sureste de México IV

Raúl González Herrera
(Coordinador)



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

2014



El jaguar es uno de las especies más representativas de la fauna chiapaneca y el símbolo por antonomasia de la biodiversidad en nuestro estado. Bajo su nombre están contenidos todos los títulos pertenecientes al ámbito de las ciencias naturales producidos en la universidad.

Primera edición: 2014

D. R. ©2014. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
1ª Avenida Sur Poniente número 1460
C. P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
www.unicach.mx
editorial@unicach.mx

ISBN

Diseño de la colección: Manuel Cunjamá

Imagen de portada: Luis Felipe Morgan Vázquez

Impreso en México

Estudios ambientales y riesgos naturales

Aportaciones al sureste de México IV

Raúl González Herrera
(Coordinador)

**Colección
Jaguar**



UNICACH

Índice

Introducción	13
Capítulo I. Riesgo urbano y sustentabilidad en América Latina	17
<i>Elizabeth Mansilla Menéndez</i>	
<i>Ignacio Rubio Carriquiriborde</i>	
Introducción	17
Algunas consideraciones previas sobre la relación entre riesgo y sostenibilidad.....	19
Condiciones de riesgo en las áreas urbanas de América Latina.....	25
Patrones globales de riesgo urbano extensivo.....	27
Tipo de eventos ocurridos en las áreas urbanas	31
Modelos de desarrollo urbano y políticas públicas como factor de riesgo en las áreas urbanas.....	32
Los factores estructurales del proceso de urbanización.....	33
La transformación física del territorio en las ciudades.....	40
El acceso a suelo seguro y el fenómeno de la irregularidad.....	43
La reducción del riesgo y el desarrollo sostenible: consideraciones para el futuro...	48
Referencias	51
Fuentes estadísticas.....	52
Capítulo II. Áreas Verdes en el diseño de viviendas sustentables: una mirada desde la calidad de vida urbana.....	53
<i>María Luisa Ballinas Aquino</i>	
Introducción	53
Urbanismo, ciudad y vivienda	55
Urbanismo.....	55
Ciudad.....	59
Vivienda.....	61
Calidad de vida y calidad ambiental.....	64
Áreas verdes y servicios ambientales, sociales y económicos	68
Servicios ambientales	70
Servicios socioculturales	74
Servicios económicos.....	76
Diseño de áreas verdes y funcionalidad.....	77

Gestión de áreas verdes y vivienda sustentable.....	81
Referencias	85

Capítulo III. El Cambio del paradigma del desarrollo actual, desde el diseño, construcción y uso de una vivienda 91

Moctezuma Xicoténcatl Sumuano Martínez

Raúl González Herrera

José Armando Velasco Herrera

Resumen	91
Introducción	91
Conceptos en torno a la vivienda.....	93
Definición de los sistemas de construcción sostenibles	95
Materialización de sistemas constructivos sostenibles	97
Visión en México de sistemas constructivos sostenibles.....	100
La necesidad de un espacio habitable digno desde la visión de sustentabilidad.....	101
Relación hombre naturaleza	101
La Geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable	103
El Desarrollo sustentable y la sustentabilidad	104
Sustentabilidad.....	105
Calidad de vida y buen vivir	106
La demanda o necesidad de vivienda.....	108
Propuestas para lograr la sustentabilidad en la vivienda.....	109
Identificación de criterios de sustentabilidad	110
El modelo propuesto. Diseño, construcción y uso de la vivienda.....	111
Etapa de diseño.....	111
Etapa de construcción	115
Etapa de uso.....	117
Conclusiones	117
Referencias	118

Capítulo IV. Ahorro de energía mediante la implementación de viviendas inteligentes..... 121

Carlos Manuel García Lara

Resumen	121
Introducción	122

Domótica e inmótica.....	125
Características y beneficios del edificio inteligente	127
Niveles de inteligencia de un edificio	129
Sectores relacionados.....	131
Normativa para edificios inteligentes.....	132
Ejemplo de aplicación: Caso UNICACH.....	134
Sistema automático de iluminación	136
Sistema automático de temperatura.....	138
Arreglo experimental.....	139
Comentarios finales	143
Referencias	144

Capítulo V. Techo verde-domotej en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas:
sistema no convencional para mejorar el comportamiento térmi-
co de la vivienda de interés social.....147

Gabriel Castañeda Nolasco

José Luis Jiménez Albores

Resumen	147
Introducción	148
Análisis climático.....	150
Descripción de los procesos constructivos de las tecnologías.....	152
El equipo de mediciones	155
Discusión de los resultados	157
Conclusiones	161
Reconocimientos	162
Referencias	162

Capítulo VI. Gestión de los residuos sólidos generados durante la
construcción y demolición

Pedro Vera Toledo

Juan José Villalobos Maldonado

Introducción	165
Generación y caracterización de residuos en los sistemas-procesos cons- tructivos y de demolición.....	169
Tratamiento de residuos de construcción	173

Productos del reciclaje	175
Materiales para reciclar	176
Recomendaciones de gestión de residuos de construcción	177
Disposición final de residuos de construcción	178
Costos del manejo de los residuos	179
Legislación y/o normatividad aplicable	181
Conclusiones	183
Referencias	184

Capítulo VII. Manejo de residuos sólidos en viviendas sustentables 189

María Neftalí Rojas Valencia

Hugo Alejandro Nájera Aguilar

Introducción	189
Viviendas sustentables	192
Comunidades organizadas	193
Manejo de residuos sólidos en la vivienda	194
Residuos que se pueden separar fácilmente en una vivienda y sus beneficios ..	195
Aluminio y materiales ferrosos y no ferrosos.....	195
Papel y cartón	197
Plásticos.....	198
Vidrio.....	201
Neumáticos.....	202
Separación de residuos en la fuente tanto en viviendas como en una unidad habitacional.....	204
Separación de la basura orgánica.....	205
Separación de la basura inorgánica.....	205
Recomendaciones y alternativas del manejo de residuos sólidos.....	208
Residuos peligrosos en casa-habitación	214
Recomendaciones para el manejo de residuos peligrosos en casa-habitación ..	216
El Compostaje como alternativa del manejo de residuos orgánicos	226
Composta rápida o aerobia.....	226
Composta lenta o anaerobia	226
Diferentes opciones para hacer composta en desarrollos habitacionales...	229
Opciones para una unidad habitacional.....	230
Método de pila.....	230

Método cúmulos.....	232
Ubicación del pozo, cúmulo o compostera	235
Materiales que se pueden compostar	235
Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que deben tenerse en cuenta	237
Aplicaciones y dosis recomendada de la composta	238
Beneficios de la aplicación de composta.....	239
Resumen ilustrado de cómo hacer una composta práctica en una unidad habitacional.....	240
Referencias	243
 Reseñas curriculares.....	 245
Elizabeth Mansilla Menéndez.....	245
Ignacio Rubio Carriquiriborde	246
María Luisa Ballinas Aquino	246
Moctezuma Xicoténcatl Sumuano Martínez.....	247
Raúl González Herrera.....	248
José Armando Velasco Herrera	249
Carlos Manuel García Lara.....	250
Gabriel Castañeda Nolasco	251
José Luis Jiménez Albores.....	251
Pedro Vera Toledo	251
Juan José Villalobos Maldonado.....	252
María Neftalí Rojas Valencia.....	253
Hugo Aguilar Nájera Aguilar.....	254

Introducción

Este libro representa el esfuerzo de un grupo de trabajo que ha consolidado sus proyectos, siendo esta serie una de sus metas más logradas. El volumen cuatro presenta una temática actual que debe ser promovida y atendida por investigadores de distintos centros de investigación, nuestro cuerpo académico no podía ser omiso a este reto.

Si bien en los anteriores libros de esta serie se presentaron resultados de investigación en forma de divulgación científica, las investigaciones se soportaban básicamente por los miembros del cuerpo académico y algunos distinguidos invitados. En este libro se plantea una temática específica “vivienda sustentable” y se incluyen trabajos originales de distinguidos investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Chiapas, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, los cuales permiten presentar una visión multidisciplinaria de este tema.

Los siete capítulos que conforman esta entrega son amplios y complementarios, sin embargo debemos reconocer que hay visiones de este tema que no se incluyeron en el documento, por ejemplo el ciclo de vida de los materiales; la huella ecológica; nuevos materiales versus tecnologías vernáculas; el crecimiento de las ciudades; la educación ambiental; los residuos líquidos y gaseosos durante los procesos de la vivienda; la visión economicista del sistema de vivienda; entre otros, lo cual abre la puerta para futuras entregas.

No obstante la visión complementaria de los capítulos, estos pueden leerse de manera independiente y permitir ser cimiento para nue-

vos trabajos. El libro pretende mostrar una visión crítica y propositiva en torno al camino que la sociedad debe dirigirse, no por ser una situación de moda, sino por representar la única posibilidad asertiva de desarrollo.

Los capítulos se organizaron desde la visión macro de área urbana como la unidad de estudio en donde se ubicaría la vivienda, hasta visiones micro de la operación de la construcción en torno a sus residuos y al conjunto de pequeñas acciones que podrían desarrollarse desde el hogar para conducirnos a la utopía que podría representar la vivienda sustentable.

El primer capítulo presenta la visión más crítica del texto y estuvo a cargo de los doctores Elizabeth Mansilla Menéndez e Ignacio Rubio Carriquiriborde, quienes de una manera analítica y empleando diversas bases de datos nos demuestran los caminos paralelos de las teorías latinoamericanas de sustentabilidad y riesgo, las condiciones de riesgo urbano que se presentan en diversas ciudades de América Latina, discuten los modelos de desarrollo urbano y las políticas públicas como factor de riesgo en las áreas urbanas. Finalmente hacen algunas consideraciones de la dirección y el camino paralelo que estas dos corrientes teóricas deben contemplar en el futuro.

En el segundo capítulo presentado por la maestra María Luisa Ballinas Aquino se plantea la importancia de la distribución de las áreas verdes en una ciudad como uno de los elementos determinantes de la planeación urbana y el buen vivir. Se hace una relación de los servicios ambientales otorgados por las áreas verdes para el desarrollo integral de las ciudades y la gestión que debe hacerse para lograr lo que la autora llama *calidad ambiental*.

El tercer capítulo desarrollado por el pasante de maestría Moctezuma Xicoténcatl Sumuano Martínez y los doctores Raúl González Herrera y José Armando Velasco Herrera, busca identificar los elementos para definir la sustentabilidad de la vivienda, más allá del enfoque puramente ambiental, energético o basado en los materiales empleados. Se propone un enfoque integrador que incluye aspecto del buen vivir de los moradores, precisando un cambio de paradigma del modelo de desarrollo urbano actual.

El capítulo cuarto a cargo del doctor Carlos Manuel García Lara presenta un análisis reflexivo sobre las necesidades energéticas presentes y futuras, así como las posibilidades que la tecnología presenta a través de la domótica y la inmótica, disciplinas que incorporan algún nivel de automatización dentro del equipamiento para eficientar la comunicación, control, monitorización, gestión y mantenimiento, para facilitar la calidad de servicio a los ocupantes, optimizando los recursos y obteniendo grandes ahorros de energía en edificaciones que han sido calificadas como *inteligentes*. Este capítulo incluye un caso de aplicación de esta tecnología en un aula de la escuela de Ingeniería Ambiental en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas con resultados prometedores.

El quinto capítulo desarrollado por el doctor Gabriel Castañeda Nolasco y el maestro José Luis Jiménez Albores, presenta una propuesta de techo verde que podría aplicarse a la vivienda de interés social en Chiapas denominado *Domotej-TV*. Para probarlo se realizó un análisis térmico con base en la climatología dinámica, definiendo un día típico experimental, en el que se comparó las temperaturas superficiales interiores de los tres sistemas de techos (Convencional, Domotej y Domotej-TV), obtenidas por medio de colectores automáticos de datos de la marca HOB0. Los resultados comprueban la conveniencia de la aplicación del *Domotej-TV*, logrando reducciones térmicas y regulando la velocidad del escurrimiento del agua pluvial.

En el capítulo sexto los maestros Pedro Vera Toledo y Juan José Villalobos Maldonado describen en un capítulo muy bien documentado la problemática derivada de la generación de residuos de construcción, durante la construcción, remodelación y/o demolición, para obras habitacionales como de infraestructura, señalando casos concretos en México y en el extranjero. Adicionalmente proponen alternativas de tratamiento, reciclaje, etc., en pro de una gestión integral como la alcanzan algunos países europeos, haciendo un análisis de la disposición final y los costos de la misma, considerando la normativa en la materia.

El capítulo séptimo desarrollado por los doctores María Nefalí Rojas Valencia y Hugo Alejandro Nájera Aguilar nos describe la problemática mundial en torno a los residuos sólidos urbanos. Proponen un conjunto de soluciones prácticas para atender los residuos sólidos de

una vivienda y de un conjunto habitacional, las cuales parten de una sociedad organizada y consiente. El reciclaje de materiales plásticos, vítreos, ferrosos, orgánicos, entre otros, son descritos con sumo detalle. Plantean la problemática de los residuos peligrosos usados en el día a día en las viviendas y como sustituirlos por ecotecnias. Es sin duda un capítulo que nos muestra que con pequeñas acciones podemos lograr cambios importantes.

Si bien la mayoría de las acciones políticas en México en torno a la *sustentabilidad de la vivienda* se dirigen a las ecotecnias (calentadores solares, tanques de wc y focos ahorradores, impermeabilizante blanco, etc.), el libro que ponemos en tus manos va más allá de las ecotecnias y reconoce que estas no bastan, si no hay planeación urbana que promueva la reducción de riesgos, políticas públicas y modelos de desarrollo adecuados, si no hay un combate efectivo de la pobreza y un desarrollo integral de cada ser humano y si no hay una conciencia ecológica en cada individuo, ya que no hay vivienda sustentable sin habitantes de estas que practiquen activamente acciones en pro de la sustentabilidad.

Capítulo I. Riesgo urbano y sustentabilidad en América Latina

Elizabeth Mansilla Menéndez
Ignacio Rubio Carriquiriborde

Introducción

Durante el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN), promovido por Naciones Unidas en los años noventa, la introducción al debate de la relación riesgo-desarrollo produjo transformaciones radicales en la concepción sobre la causalidad del riesgo y los desastres, así como en el discurso y en la *idea* de hacer política en los ámbitos nacionales e internacional. Hoy en día la estrecha asociación que existe entre los modelos o estilos de desarrollo adoptados en los países y los niveles de riesgo existentes, difícilmente encuentra detractores incluso entre los círculos más conservadores de la sociedad.

Desde entonces, grandes desastres ocurridos en todo el mundo y la evidencia incuestionable del aumento no solo del número de desastres sino de los daños y pérdidas que estos eventos producen cada año, han confirmado esta máxima, introducido nuevos temas al debate y generado un amplio conocimiento sobre el riesgo y sus causas, así como sobre las perspectivas a futuro de no producirse cambios en los modelos vigentes de desarrollo.

En la actualidad temas relacionados con el cambio climático y el desarrollo sostenible ocupan la palestra en los foros nacionales e internacionales, mientras que en el campo del riesgo la atención se ha centrado en lo que sucede en las ciudades. Esto no es fortuito, ya que al menos durante la última década han ocurrido desastres de gran magnitud que han impactado directamente sobre zonas urbanas densamente pobladas, causando pérdidas humanas y económicas cuantiosas. Las inundaciones de Nueva Orleans en 2005 y Villahermosa, México, en 2007 o los sismos de Haití y Chile en 2010, así como el terremoto y tsunami que afectó a Japón en 2011 produjeron al menos 250 mil muertes y pérdidas estimadas en cerca de 400,000 millones de dólares.¹

Los altos niveles de riesgo y sus manifestaciones tanto intensivas como extensivas cada vez más recurrentes, parecen ser el resultado del aumento de la vulnerabilidad y la exposición de personas y bienes. Según el Global Assessment Report (GAR) on Disaster Risk Reduction (2011) ^[1], publicado por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), mientras que el número de ciclones tropicales se mantuvo constante entre las décadas de los setenta y la de los años dos mil, el número de desastres provocados por este tipo de fenómenos aumentó 1.9 veces en todo el mundo, en tanto que la exposición de personas a inundaciones y ciclones tropicales se duplicó y la exposición del Producto Interno Bruto (PIB) mundial se triplicó en el mismo periodo.

De manera similar ha aumentado la exposición de las personas y las unidades productivas que contribuyen al PIB mundial frente los sismos; amenaza que en épocas recientes han mostrado su potencial destructivo en las zonas urbanas y que en los últimos diez años fue el origen del 60% de las muertes producidas por desastres en todo el mundo ^[1]. Numerosas ciudades importantes se encuentran asentadas en zonas sísmicas de gran actividad, entre ellas ocho de las más pobladas del planeta: Tokio, ciudad de México, Nueva York, Nueva Delhi, Shanghai, Kolkata y Yakarta. De entre éstas, Tokio y Nueva York se encuentran entre las seis principales ciudades del mundo: únicamente Tokio genera el 2% del PIB mundial y junto con Nueva York ostentan un PIB equivalente al

¹ Cifras obtenidas de NATHAN, Munich Re y EM-DAT. Consultadas en línea.

de países como Canadá y España. En un contexto más local, ciudad de México, conjuntamente con Buenos Aires, Sao Paulo y Río de Janeiro, contribuyen con el 1.5% del PIB mundial.

Actualmente la mitad de la población mundial es urbana y más de la mitad del PIB mundial se genera en ciudades: 38% únicamente en 100 ciudades, lo que habla de la importancia del riesgo urbano.

En este contexto, la noción de desarrollo sustentable se esgrime como condición *sine qua non* para la reducción de los niveles de riesgo. Y para ello, es incuestionable la implementación de modelos de desarrollo que garanticen condiciones de estabilidad a largo plazo. Se requiere, para ello, recuperar la racionalidad en la utilización de los recursos naturales, revertir las condiciones de pobreza y desigualdad entre la población, así como las formas tradicionales de ocupación basadas en la depredación del medio ambiente, que segregan a las poblaciones pobres y favorecen intereses particulares del capital en detrimento de los intereses y derechos colectivos. Hoy más que nunca retomar el debate sobre el desarrollo y la forma en la que la urbanización ha tenido lugar, se convierte en una tarea crucial e impostergable, y más en un escenario en el que se pronóstica que para el 2030 cerca 5,000 millones de personas en todo el mundo vivirán en ciudades ^[2] y en el que factores como el cambio climático, hacen previsible un aumento en la recurrencia e intensidad de las amenazas de mayor recurrencia y mayores pérdidas económicas de las que se han producido en los últimos años.

Nuestra intención en este documento es retomar a partir del análisis de las condiciones actuales y las perspectivas de las ciudades latinoamericanas hacia el futuro.

Algunas consideraciones previas sobre la relación entre riesgo y sostenibilidad

Desde hace cinco lustros el desarrollo sustentable o sostenible se ha erigido como plataforma discursiva desde la cual organizaciones multilaterales y gobiernos promueven reformas y proyectos de desarrollo que buscan disminuir el deterioro del entorno biofísico y prevenir el colapso de los ecosistemas de los que depende la humanidad. La idea

de sostenibilidad se comenzó a gestar en el umbral de la crisis del desarrollismo. Esta fue un época de oro para la producción y ensanchamiento de marcos teórico-analíticos en América Latina, como la teoría de la dependencia que buscó explicitar los vínculos entre los modos que adopta la organización de la producción, la lucha entre clases y grupos al interior de los Estados, y la pugna de estos a nivel mundial [3]. Se trató de un periodo de gran efervescencia donde gravitaban nociones como centro-periferia, subdesarrollo, colonialismo interno, estilos de desarrollo y, por supuesto, crisis del desarrollo, en el seno de la cual cobró importancia el problema ambiental.

En 1980 el Fondo de Cultura Económica (FCE) [4] publicó una extensa colección de trabajos editados por Osvaldo Sunkel y Nicolo Gligo bajo el nombre de *Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina*. Se trata de una colección relevante porque se planteaba poner al día la discusión sobre el tema y porque, además, agrupa trabajos escritos justo antes del boom del desarrollo sostenible pero que ya señalan su inminencia. Ahí Sergio Melnick ofreció un panorama de la riqueza de las discusiones sobre desarrollo y ambiente que venían produciendo fundamentalmente economistas desde fines de los años cincuenta. En este trabajo, siguiendo una línea más bien sociológica de argumentación, subrayó el hecho de que los problemas ambientales emergían bajo la forma de crisis, cuestión que asoció con la vigencia de un periodo de transición entre paradigmas. Sugirió entonces que existen principios de organización de la realidad que contienden en la orientación de las decisiones y buscan incidir en los procesos, y que tal contienda asume la forma de una crisis [4]. Hoy se puede agregar además que la crisis estallaba como acumulación de consecuencias no buscadas que vulneraban los presupuestos de las concepciones dominantes, que surgía también como catástrofes, rupturas o sin sentido y que obligaba a plantear alternativas de interpretación y acción frente a los hechos.

La crisis a la que aludían los desarrollistas de fines de los años setenta es la energética, en particular la crisis del petróleo. Con menor énfasis se señalaban las limitaciones de la modernización agrícola (dependiente por lo demás del petróleo) que, en algunos países, venía siendo un asunto de interés público desde finales de la década de los cincuen-

ta. Por último se apuntaba al problema demográfico. La relación entre sociedad y naturaleza era entonces concebida según la clásica trilogía económica: energía (industria), tierra y población. Es de señalar, que el aliento de estos trabajos no haya ido acompañado de una mirada hacia la diversidad de procesos y evidencias del deterioro ambiental que ya estaban disponibles desde hacía tiempo, al menos en algunos países como México.²

En su trabajo dentro de la misma colección del FCE, y en tono categórico, Raúl Prebisch ^[5] apuntaba: *Los muy serios acontecimientos del petróleo están desvaneciendo en los centros, especialmente en el centro principal, una pertinaz ilusión. La ilusión de que apoyados en su poder hegemónico y valiéndose de sus superioridad técnica y financiera podrían continuar explotando indefinidamente y a bajos precios los recursos naturales de la periferia* ^[5].

Desafortunadamente, el sistema global, el centro de poder al que aludía y los administradores de los bienes nacionales, lograron no sólo mantener los niveles de explotación de los recursos de la periferia, sino también incrementarlos. Tomando el caso de los bosques en México, y englobando distintos informes con fines sólo de ilustración, la tasa de deforestación entre 1940-1970 rondaba entre las 370,000 y las 400,000 hectáreas por año; para el período 1990-2000 las distintas tasas calculadas apuntan a cifras que rondan las 800,000 hectáreas por año, el doble.³

Poco tiempo después Sunkel y otros economistas del desarrollo fueron transformando su visión y buscaron integrar más cabalmente la dimensión material del ambiente. Así lo hizo Enrique Leff quien reformuló la noción de subdesarrollo: *El subdesarrollo es el efecto de la pérdida*

² El Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C., había organizado en 1959 unas mesas redondas sobre recursos naturales renovables y el crecimiento demográfico en México cuyas memorias publicó luego en 1960; aún antes, en 1953, Enrique Beltrán publicó con el apoyo de dos organizaciones conservacionistas estadounidenses, un hermoso trabajo titulado *Vida silvestre y recursos naturales a lo largo de la carretera panamericana*, donde destacan menciones interesantes; por ejemplo, sobre la interacción entre las población indígena y rural y la modernización que suponía la carretera (p. 207) ^[15], y cuyo onceavo capítulo versa sobre problemas de conservación y aprovechamiento. Ahí se señalan ya asuntos que han venido adquiriendo cada vez más importancia hasta nuestros días: ganaderización, deforestación, erosión de suelos y pérdida de biodiversidad.

³ Según *los Inventarios forestales y tasas de deforestación*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Consultada en línea: «http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/02_vegetacion/rectuadros/c_rec3_02.htm» última consulta: 18/07/2011.

de potencial productivo de una nación, debido a un proceso de expoliación que rompe los mecanismos ecológicos y culturales de los cuales depende la productividad sostenible de sus fuerzas productivas y la regeneración de sus recursos naturales ^[6].

De forma sucinta y siguiendo la definición ya clásica aportada por el *Informe Brundtland* (1987) –y refrendada en la Conferencia de Río a principios de los noventa- el desarrollo sustentable es aquel que *..para atender las necesidades actuales, incorpora a la planeación los límites ecológicos y principios democráticos de corresponsabilidad, con la finalidad de asegurar el crecimiento en el mediano plazo sin comprometer los recursos para las generaciones futuras*. Y bajo esta noción, *la sustentabilidad* fue ampliamente adoptada en discursos oficiales y programas de gobierno. Si bien es cierto que la atención a la relación entre la sociedad y el conjunto de sistemas que constituyen la vida en el planeta emergió como respuesta a la creciente evidencia del daño ambiental y a cambios demográficos sustanciales, la sostenibilidad ha sido ampliamente adoptada gracias a que plantea una limitada crítica a los complejos sistemas de relaciones de producción, intercambio y explotación implicados en los procesos que minan las capacidades de las poblaciones y su relación con el entorno biofísico, y mantiene la creencia de que todo depende de que se hagan ajustes en el comportamiento de individuos e instituciones que mejoren la eficacia y limiten las externalidades pero dentro del marco de modelo de relaciones dominante.

Así las cosas -y con la finalidad de establecer estándares y/o parámetros homogéneos de análisis- la estrategia general de investigación ha sido la evaluación de las interacciones entre sistemas productivos y ambiente, más que el análisis de las relaciones sociales. La sustentabilidad dio pie entonces a la proliferación de instrumentos indexados y hoy existen muy variados índices que buscan dar cuenta del equilibrio o desequilibrio en los sistemas productivos. En México, el Instituto Nacional de Ecología junto con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) ^[6], produjeron en el año 2000 el documento *Indicadores de desarrollo sustentable en México* que fue el resultado de una prueba piloto a nivel nacional orientada a sistematizar la información y producir informes útiles a la elaboración de políticas. Fuera del ámbito oficial, también se han producido trabajos que buscan gene-

rar metodologías que integren las dimensiones social y ambiental (por ejemplo, el *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad*- MESMIS) de una forma más cabal y menos agregada.

El discurso dominante de la sustentabilidad ha sido desde muy temprano objeto a crítica ^[7]. Se pueden divisar dos temas principales en este sentido: primero el que tiene que ver con la postura pragmática y socialmente edulcorada ante la crisis socioambiental, que excluye sistemáticamente las dimensiones del poder y la explotación, y que se refleja además en la fácil incorporación de la sostenibilidad en los discursos oficiales de corte liberal que refuerzan el modelo dominante de política centrada en el mercado. Por otro lado, se plantean problemas sustanciales, epistémicos y metodológicos, en cuanto a las formas de evaluar y de producir información relevante sobre la articulación sociedad-medio ambiente ^[6].

La sostenibilidad se incorporó a un conjunto de conceptos, con los que desde los años setenta científicos de diversas áreas venían estudiando los problemas ambientales que se manifestaban como límite al crecimiento. Crisis del petróleo, pobres perspectivas en la producción de alimentos ante un crecimiento dinámico de la población en las regiones subdesarrolladas, expansión urbana acelerada, degradación de suelos, contaminación, capacidad tecnológica y una creciente fragilidad ante amenazas -principalmente de origen natural- eran todos componentes de lo que se percibía como crisis de sostenibilidad. La distribución y relevancia de los problemas entre las diversas regiones del mundo fue diversa.

En el mundo en desarrollo los desastres irrumpieron como la evidencia más clara de los límites y los costos del crecimiento a costa de la naturaleza y los pueblos. Si bien la relación entre desastre y ciudad es antigua, la crisis que desataron desastres significativos durante la década de los ochenta como los efectos del fenómeno de El Niño 1982-83, el terremoto que destruyó una parte importante de la histórica ciudad de Popayán 1983 y el alud que sepultó la ciudad de Armero en 1985 en Colombia, así como los terremotos de la Ciudad de México también en 1985 y otros desastres como los producidos por el huracán Mitch en

Centroamérica en la siguiente década, además de conmoción, produjeron cambios importantes en las agendas públicas. Hacia finales de los años ochenta y, en especial durante la década de los noventa, se produjo una importante literatura sobre el riesgo de desastre en América Latina que ahondó y profundizó en el concepto de vulnerabilidad que, junto con otros, como de resiliencia o adaptación, forman parte del bagaje con que se construyen modelos y se hacen análisis en torno a los problemas socio-ambientales.

El problema del desarrollo, entonces, constituye un vértice central entre el riesgo y la sostenibilidad. Se ha planteado que el estudio del riesgo y la sostenibilidad requieren, en el primer sentido, hacer una crítica al desarrollo y sus teorías que contemple el papel del Estado y el mercado, la propiedad y el dominio político, la geografía socio-ambiental de explotación global, el modelo de acumulación basada en la desposesión y el cercamiento de los comunes, asuntos todos que se pueden considerar centrales para entender los procesos sociales que subyacen a la destrucción de la naturaleza y al riesgo de desastre.

Es notorio que el interés, por tanto, por la sostenibilidad y el riesgo, haya llevado la atención hacia el nivel local, hacia los procesos y sistemas de manejo ambiental que se encuentran integrados a una diversidad de ecosistemas y condiciones geográficas variadas pero siempre localizadas. Invariablemente el problema de la escala se abre en toda su complejidad en cuanto surgen debates sobre el desarrollo regional o endógeno, sobre las interacciones climáticas, los megaproyectos o sobre la injerencia de grandes corporaciones en la explotación de los territorios. A esta complejidad espacial se suma la temporal, en cuanto se trata de procesos que combinan distintas duraciones (geofísicas, ecosistémicas y sociales).

Sostenibilidad y riesgo son conceptos consistentes entre sí, aunque se puede decir que el riesgo es anterior a la idea de sostenibilidad o, si se prefiere, que la sostenibilidad supone un conjunto de disposiciones frente al riesgo o los riesgos observados. Sin embargo el riesgo a desastres supone pérdidas y sufrimiento que muestran de forma radical los problemas del desarrollo, que en muchos casos los reproducen y no son solo síntomas de la crisis del desarrollo, en tanto la sostenibilidad se

plantea más en términos normativos a partir de una o varias concepciones de equilibrio y, justamente, valoraciones y ponderaciones referidas al riesgo. La sostenibilidad se ha concebido como un paradigma, es decir, como un conjunto de ideas entre las que se establecen relaciones lógicas que dan sentido y ordenan los discursos de quienes toman decisiones de planeación. Así pues, el riesgo y la sostenibilidad pueden ser concebidos como dos puntos de vista distintos, que no opuestos, sobre los problemas del desarrollo, en particular los que atañen a la ocupación y usufructo de los territorios.

Sostenibilidad y riesgo son consistentes además en cuanto a que un nivel bajo de riesgo de sufrir pérdidas ante el impacto de una amenaza puede considerarse como un indicador de sostenibilidad, mientras que una “gestión sostenible” del territorio se considera un factor que disminuye el riesgo de desastre. En este sentido pueden vislumbrarse elementos comunes en lo que se refiere a su evaluación, pero, a la vez, para evaluarlos se requiere el análisis profundo del origen histórico y las causas que han dado lugar a una sociedad cada vez más desigual e insegura.

Condiciones de riesgo en las áreas urbanas de América Latina⁴

América Latina es la región que ha experimentado el más acelerado proceso de urbanización en las últimas décadas en todo el mundo (Figura 1). De ser una región predominantemente rural hasta 1960, transita a la urbanización a ritmos acelerados a partir de los años setenta hasta alcanzar el 79.6% en el año 2010 y se espera que para el 2030 el 84.9% de su población viva en ciudades [2].

⁴ Parte del material incluido en este apartado y el siguiente forma parte del documento *Riesgo urbano y políticas públicas en América Latina: la irregularidad y el acceso al suelo*, documento insumo para el GAR 2011 [6]. Agradecemos a la EIRD la autorización para ser utilizado en el presente capítulo. El documento original puede ser consultado en: http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/Mansilla_2010.pdf

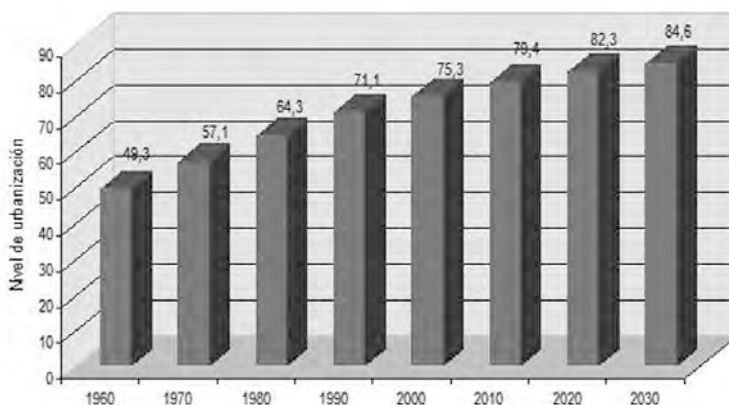


Figura 1. Niveles de urbanización en América Latina, 1960-2030. Fuente: Elaborada con base en United Nations Department of Economics and Social Affairs, Population Division (2009).

Dentro de la región, si bien la tendencia a la urbanización es característica de todos los países, existen diferencias notables en los ritmos (Tabla 1). Países como Argentina, Brasil, Chile, Uruguay y Venezuela se ubican por arriba de la media latinoamericana con niveles de urbanización superiores al 80%, siendo Venezuela el país más urbanizado de toda la región (94%). Un segundo grupo lo forman Colombia, México, Panamá y Perú con más del 70% de su población total viviendo en ciudades, y arriba de países como Belice, Bolivia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Nicaragua, y Paraguay cuyos valores de urbanización se ubican entre el 52.7 y el 66.9%. Un último grupo lo conforman los pocos países que a pesar del rápido crecimiento de la población urbana continúan siendo predominantemente rurales y entre los cuales se encuentran Guatemala y Honduras con niveles de urbanización del 49.5 y 48.8%, respectivamente.

Tabla I. Niveles de urbanización y crecimiento bruto de la población urbana (%). Fuente: United Nations Department of Economics and Social Affairs, Population Division (2009).

País	Nivel de urbanización, 2010	Crecimiento bruto de la población urbana, 1970-2010
Argentina	92,4	98,4
Belice	52,7	168,0
Bolivia	66,5	298,2
Brasil	86,5	215,7
Chile	89,0	111,8
Colombia	75,1	197,3
Costa Rica	64,3	322,8
Ecuador	66,9	292,9
El Salvador	61,3	170,2
Guatemala	49,5	269,5
Honduras	48,8	405,4
México	77,8	188,5
Nicaragua	57,3	195,9
Panamá	74,8	265,8
Paraguay	61,5	330,9
Perú	71,6	199,6
Uruguay	92,5	34,8
Venezuela	94,0	251,7

Patrones globales de riesgo urbano extensivo⁵

En los últimos cuarenta años, las formas de urbanización que caracterizan a los países de América Latina han dado lugar a un incremento notable de las manifestaciones de riesgo extensivo en las áreas urbanas. Según bases de datos de Desinventar disponibles para doce países, entre 1970 y 2009 se registraron poco más de 81,000 eventos de diverso

⁵ Para la definición de riesgo extensivo, ver referencia ^[9].

origen (Tabla 2), de los cuales 89.7% ocurrieron en áreas urbanas y/o en transición y el 10.3% restante en áreas rurales (Figura 2).⁶ También en las áreas urbanas se concentró poco más del 90% de los muertos y viviendas afectadas registrados y el 82.1% de las viviendas destruidas. De la información disponible, sobresale que en seis de los ocho países que cuentan con bases de datos al menos para dos décadas: Costa Rica, Ecuador, México, Colombia, Bolivia y Argentina, el 57% de los eventos totales registrados ocurrieron en la última década.

Tabla 2. Eventos ocurridos con manifestaciones de riesgo extensivo. Fuente: Desinventar.

País	Periodo de análisis	No. de Eventos
Costa Rica	1970-2009	11.055
Colombia	1980-2009	18.899
Ecuador	1980-2009	4.346
México	1980-2009	16.885
Perú	1980-2009	11.130
Argentina	1990-2009	7.315
Bolivia	1990-2009	1.331
Panamá	1990-2009	2.877
Chile	2000-2009	1.392
El Salvador	2000-2009	2.118
Guatemala	2000-2009	1.809
Venezuela	2000-2009	1.932
Total		81.089

⁶ La delimitación de las áreas urbanas se hizo de acuerdo al tamaño de la población de los municipios, quedando como sigue: municipios con más de 1 millón de habitantes: Grande; entre 500,000 y 1 millón: Intermedia; entre 100,000 y 500,000: Media; entre 50,000 y 100,000: Pequeña; entre 20,000 y 50,000: Básica; entre 10,000 y 20,000: En Transición; y, menos de 10,000 habitantes: Área Rural. Nota Metodológica en ^[8].

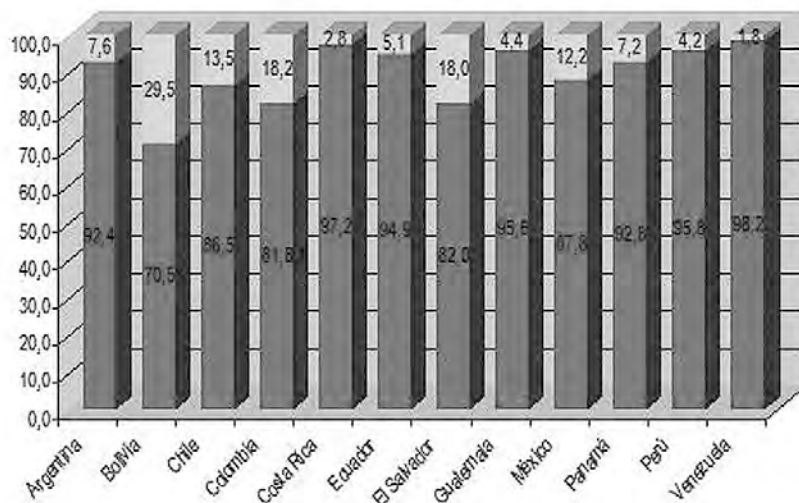


Figura 2. Ocurrencia de eventos por tipo de área. Fuente: Elaborado con base en Desinventar y censos nacionales.

Dentro del ámbito urbano, las manifestaciones de riesgo extensivo reflejan patrones en los procesos de construcción del riesgo parecen estar relacionadas con las modalidades vigentes de urbanización y cuyo impacto es más evidente en las áreas urbanas que están creciendo más rápidamente y aquellas que se encuentran en proceso de consolidación. Muestra de ello es que las áreas urbanas medias (con poblaciones entre los 100,000 y 500,000 habitantes), que han experimentado tasas de crecimiento poblacional por arriba de la media nacional, registran la mayor proporción de eventos ocurridos en los últimos 30 años al concentrar el 31.2% de los eventos totales. Por otra parte, más de la mitad de los eventos totales (54.4%) se registraron en los tres segmentos de municipios con menos de 100,000 habitantes, destacando los municipios con una población entre los 20,000 y 50,000 habitantes donde se concentró la quinta parte de los eventos totales para los 12 países. En términos de los patrones de riesgo, no menos significativo es lo que ocurre en los municipios considerados como de transición urbana (con

poblaciones entre los 10,000 y 20,000 habitantes), ya que en ellos se registró el 13.6% de los eventos totales, siendo una concentración mayor a la registrada en los municipios urbanos más consolidados, en especial aquellos con poblaciones por arriba de los 500,000 habitantes.

Los patrones de riesgo extensivo en cada uno de los países analizados, mantienen la tendencia general, aunque con algunas diferencias importantes de país a país. En Colombia y Bolivia, por ejemplo, sobresale que más de la mitad de los eventos registrados ocurrieron en las áreas menos urbanizadas o con poblaciones de menos de 50,000 habitantes, pero aún más notorio es que alrededor de la quinta parte de los eventos totales se registraron en las zonas de transición urbana o con menos de 20,000 habitantes, siendo también los dos países que registran la mayor proporción de eventos en este segmento de municipios.

Un caso especial es Guatemala, dado que es el país que registra la mayor proporción de eventos ocurridos en las áreas urbanas de menor tamaño: 71.2% en los municipios con menos de 100,000 habitantes, y de los cuales la mitad ocurrieron en los municipios con población entre los 20,000 y 50,000 habitantes; lo que es consistente con el hecho de que para 2010 este país como uno de los pocos a nivel de América Latina que continuaba siendo predominantemente rural. En un sentido opuesto se encuentran Ecuador, Panamá y Venezuela, siendo los únicos países que en alguna medida salen de la norma al registrar las más altas proporciones de ocurrencia –superiores a la quinta parte del total– en las áreas de mayor nivel de urbanización: Ecuador y Venezuela en los municipios de más de un millón de habitantes y en Panamá en los municipios con población entre los 500,000 y hasta un millón de habitantes (Figura 3).

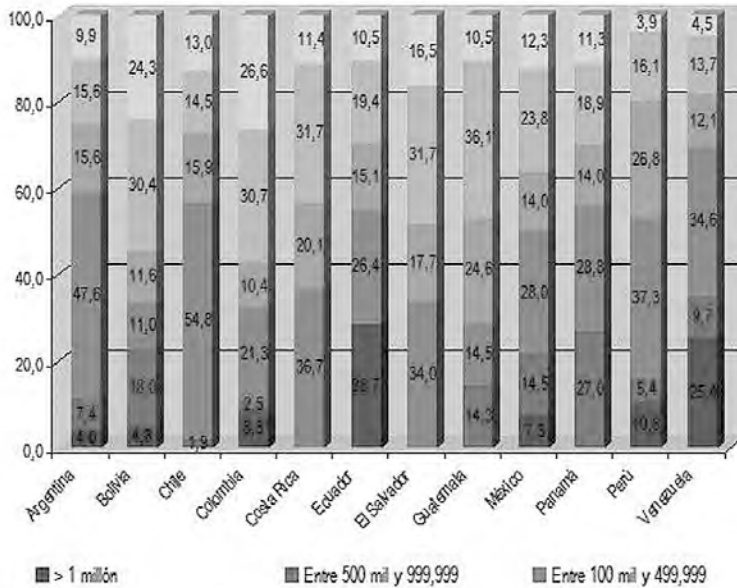


Figura 3. Ocurrencia de eventos por tamaño de área urbana. Fuente: Elaborado con base en Desinventar y censos nacionales.

Tipo de eventos ocurridos en las áreas urbanas

El tipo de eventos ocurridos en las áreas urbanas, también es indicativo de determinados patrones de riesgo estrechamente vinculados a los procesos de urbanización. Dentro de los eventos considerados para este análisis,⁷ las inundaciones ocupan el primer lugar de ocurrencia en diez de los doce países considerados, con excepción de Chile y Guatemala donde son los incendios los que ocupan el primer lugar de ocurrencia. Siguiendo a las inundaciones se encuentran los deslizamientos también con una importancia considerable, ya que en siete de los doce países considerados ocupan el segundo lugar de ocurrencia. Los incendios, por su parte, se encuentran entre los primeros tres tipos de eventos con mayor recurrencia en siete de los doce países analizados.

⁷ Se consideran únicamente el tipo de eventos incluidos en el análisis de riesgo extensivo.

En términos generales, lo que ocurre en los distintos países es muy similar, dado que con pocas excepciones son los eventos asociados a fenómenos hidrometeorológicos los que mayor incidencia tienen en las zonas urbanas independientemente del tamaño de su población, y lo cual es muestra clara de patrones de riesgo caracterizados por localización inadecuada, déficit de infraestructura para el desalojo de aguas pluviales y deterioro del medio ambiente.

Eventos asociados a otras alteraciones climáticas como heladas y ondas frías, vendavales y sequías tienen gran relevancia en países como México, Bolivia, Colombia y Panamá, mientras que los incendios forestales son relevantes para Chile y Perú.

Por otra parte, El Salvador es el único país que registra a los sismos entre los tres principales tipos de eventos que afectaron a las zonas urbanas a lo largo de 30 años, situación que se vio influenciada por la extensión de los daños sobre el territorio de ese país causados por los sismos de 2001.

Modelos de desarrollo urbano y políticas públicas como factor de riesgo en las áreas urbanas

Los modelos de desarrollo adoptados en los países de América Latina en las últimas décadas y, en especial, las modalidades del desarrollo urbano, distan mucho de la tan ansiada sustentabilidad. Por el contrario, las políticas públicas, a través de las cuales se ejecutan las grandes líneas del desarrollo, se han convertido en la antítesis de la sustentabilidad que se pregona en los discursos oficiales de gobiernos y organismos internacionales, y han dado lugar a un aumento importante del riesgo urbano.

El tipo de eventos que ocurren y el volumen de daños que se registra cada año, muestran que el riesgo aumenta paralelo al incremento de los altos niveles de vulnerabilidad en todo el mundo. En América Latina, desde hace décadas, se encuentran en marcha procesos de construcción del riesgo que no solo han contribuido a incrementar la vulnerabilidad de las poblaciones susceptibles de ser afectadas por la presencia de fenómenos de origen natural, sino también a aumentar el número e intensidad de algunas amenazas socio-naturales como las inundaciones o los deslizamientos provocados por fenómenos de origen hidrometeorológico.

Estos procesos de construcción del riesgo son producto de los esquemas de desarrollo implementados. La paulatina pero constante destrucción del medio ambiente, el deterioro de los niveles de vida de la población, la ocupación inadecuada del territorio y las condiciones generales de gobernabilidad que dificultan la gestión en sus diferentes ámbitos y en distintos momentos, han sido claves en la determinación de los niveles de riesgo que viven hoy en día los países y en la manifestación del riesgo, cada vez más recurrente, en eventos de distinta magnitud e intensidad a lo largo y ancho del territorio.

Estos aspectos del desarrollo fueron identificados en el GAR 2009, publicado por la EIRD ^[9], como los impulsores centrales de riesgo y los cuales se resumen en:

- Los procesos de *degradación ambiental* y la falta de gestión adecuada de los recursos naturales y servicios ambientales.
- Las *condiciones sociales y económicas desfavorables*, la vulnerabilidad y la falta de resiliencia de los medios de vida rurales.
- El proceso de desarrollo urbano, de segregación social y territorial interna o *la inadecuada gestión del territorio*.
- El *entorno adverso de gobernabilidad* en cada país, que dificulta la gestión en sus diferentes ámbitos.

En el ámbito urbano, tales impulsores de riesgo se expresan a partir de tres aspectos relevantes del proceso de urbanización: los factores estructurales que lo caracterizan, la transformación física del territorio en las ciudades y las políticas de suelo que determinan los mecanismos y modalidades a través de las cuales se expande la mancha urbana.

Los factores estructurales del proceso de urbanización

Para la región latinoamericana la década de los setenta marcan el punto de quiebre de este acelerado proceso que fue producto de la implantación del modelo de sustitución de importaciones y el desarrollo de la industria en unas pocas ciudades. El abandono del campo, las sucesivas crisis económicas, y posteriormente los modelos de ajuste estructural que motivaron el desempleo, hicieron que la población migrara a las

ciudades; primero a las capitales y ciudades secundarias, y después a ciudades medias o pequeños poblados con potencial de desarrollo que terminaron por convertirse en conglomerados urbanos, generalmente mal estructurados y de crecimiento caótico.

El rápido crecimiento de la población en zonas urbanas no dio lugar a la planeación. La población urbana creció más rápidamente que la capacidad de los gobiernos locales para planificar dicho crecimiento, dando lugar a ciudades fuertemente polarizadas donde coexisten zonas modernas relativamente bien organizadas -enclaves de los sectores motor de la economía y lugar de habitación de las clases de ingresos altos y medios- y zonas marginales desorganizadas e insalubres donde habitan los pobres de la ciudad y los recién llegados.

En efecto, la polarización no sólo se produjo entre las zonas rurales y las urbanas, sino también dentro de las propias ciudades. Muchos de los habitantes de las zonas rurales que migraron a las ciudades buscando empleo y mejorar sus condiciones de vida, vieron frustradas sus esperanzas y las de sus familias al no encontrar cabida en el mercado laboral, enfrentándose con ello a nuevas formas de pobreza; lo mismo sucedió con los hijos y nietos de quienes nacieron y permanecieron siempre en las ciudades.

La relativa bonanza de la industrialización en los países latinoamericanos llegó a su fin con la ideología liberal que ha predominado en las dos últimas décadas, y con ello se ensanchó la brecha entre ricos y pobres: el desempleo aumentó, proliferando formas de sobrevivencia mediante el trabajo informal; la segregación espacial fue más evidente, siendo la característica del ensanchamiento de la mancha urbana la ocupación irregular del suelo; la pobreza, la carencia de servicios básicos, el déficit de vivienda y/o la ocupación de viviendas inadecuadas también se extendieron por todas las áreas urbanas, al punto de que el tema llamó la atención de los organismos internacionales como el Banco Mundial, el BID y las Naciones Unidas convirtiéndose en uno de los Objetivos de Desarrollo del Milenio la reducción de la pobreza extrema y el hambre, así como el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, no sólo de las áreas rurales sino también de las urbanas.

Desde 1995 que se establecen estos Objetivos, han sido poco significativos los avances que pueden observarse en las zonas urbanas. En

materia de disponibilidad de servicios básicos, en promedio el 8.7% de las viviendas en la región se mantienen sin acceso a agua y más de la tercera parte (37.7%) carecen de sistemas de drenaje. En cuanto al acceso a agua dentro de la vivienda, los países que presentan un mayor rezago son Paraguay con el 31.8% de las viviendas sin este servicio, y El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Perú cuyos valores son superiores al 10%. Un mayor rezago se observa en la disponibilidad de drenaje en prácticamente todos los países, encontrándose valores extremos por arriba del 60% en Costa Rica, Nicaragua y Paraguay (Tabla 3).

Tabla 3. Hogares sin disponibilidad de servicios básicos dentro de las viviendas, áreas urbanas. Fuente: CEPAL, sobre la base de tabulaciones de encuestas en hogares de los países respectivos.

País/Región	Agua		Drenaje	
	Año	%	Año	%
Argentina	2006	1,5	2006	38,0
Belice	
Bolivia	2007	5,2	2007	44,2
Brasil	2008	7,1	2008	39,4
Chile	2006	1,0	2006	6,7
Colombia	2007	2,5	2007	7,3
Costa Rica	2008	0,1	2008	60,1
Ecuador	2007	7,5	2007	26,2
El Salvador	2007	19,1	2007	40,4
Guatemala	2006	10,0	2006	31,6
Honduras	2007	6,4	2007	37,1
México	2008	3,3	2008	10,4
Nicaragua	2005	10,5	2005	78,9
Panamá	
Paraguay	2008	31,8	2008	85,8
Perú	2008	15,2	2008	19,9
Uruguay	2008	2,9	2008	39,1
Venezuela	

Pero una cosa es el acceso a los servicios públicos y otra muy distinta la calidad de los servicios que se prestan. Aun cuando existen avances en los niveles de cobertura de agua y saneamiento, estudios de la CEPAL revelan que en la mayoría de los países latinoamericanos la red de servicios públicos es mediocre, deficiente y en muchos casos obsoleta ^[10]. En los últimos años, el mayor monto de las inversiones se orienta a la ampliación de las redes, pero muy poco (o casi nada) se invierte en mantenimiento y modernización de redes que con frecuencia rebasan los 50 años de edad. En el caso del agua, generalmente los asentamientos ubicados en las periferias, aun cuando estén conectados a la red pública, reciben mucho menos volumen de agua y con menor frecuencia que las zonas centrales de las ciudades y las fugas en las redes son constantes. En México, por ejemplo, se estima que alrededor del 40% del agua que abastece al Distrito Federal y su zona conurbana se pierde en fugas y el drenaje representa un riesgo latente de contaminación irreversible de los mantos acuíferos por filtración de aguas negras, ya sea por obsolescencia de las cañerías o por problemas de hundimiento del suelo ^[11]. Por otra parte, el déficit en la cobertura de drenaje y las deficiencias en las redes en prácticamente todas las ciudades latinoamericanas, no solo representan un problema de salud pública en las zonas marginales, sino que se constituyen como causa principal de las inundaciones en las zonas urbanas.

En materia de combate a la pobreza, los avances no han sido más alentadores. Actualmente en Colombia, El Salvador y Guatemala, la proporción de la población urbana que vive bajo la línea de pobreza supera el 40%, mientras que en Bolivia, Honduras y Nicaragua supera el 50%. Paraguay es un caso particular donde, según los datos disponibles, la proporción de personas pobres urbanas apenas alcanza el 22.1%, en contraste con el 52.5% de la población urbana que vive en condiciones de indigencia.

Tabla 4. Pobreza e indigencia en áreas urbanas (Porcentaje). Fuente: CEPAL.

País/Región	Año	Pobreza	Indigencia
América Latina	2008	27,6	8,3
Argentina	2010	12,0	3,1
Bolivia	2007	50,9	23,7
Brasil	2008	22,8	5,5
Chile	2006	13,9	3,2
Colombia	2005	45,4	18,2
Costa Rica	2008	15,6	4,3
Ecuador	2008	39,0	14,2
El Salvador	2004	41,2	13,8
Guatemala	2006	42,0	14,8
Honduras	2007	56,9	26,2
México	2008	29,2	6,4
Nicaragua	2005	54,4	20,8
Panamá	2008	17,0	4,7
Paraguay	2008	22,1	52,5
Perú	2008	23,5	3,4
Uruguay	2008	14,0	3,5

A lo largo de las últimas décadas, la situación de pobreza urbana en toda la región ha variado considerablemente y en los documentos que evalúan el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) ^[12] se habla de una reducción importante de la pobreza entre 2000 y 2010, considerándose un logro de las políticas de desarrollo social en los países y el impulso que han dado los organismos internacionales para el cumplimiento de esta meta.⁸ En efecto, en el año 2000 América Latina registraba una tasa de pobreza urbana del 35.9%, mientras que para el 2010 se estima que esta tasa se habrá reducido al 27.6%.

Pero otra cosa es cuando vemos lo que ha sucedido en términos de volumen de población urbana pobre. En 1980, 69.5 millones de pobla-

⁸ Informe sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio 2010. ^[12]

dores urbanos se encontraban bajo la línea de pobreza y para el 2010, según las estimaciones, la pobreza alcanzará a 130 millones de habitantes de las áreas urbanas en toda América Latina.⁹ Sí, las proporciones de población urbana pobre se reducen, pero el volumen de personas pobres prácticamente se ha duplicado en los últimos 30 años.

Algo muy similar ocurre con la población urbana que vive en tugurios. También en este caso se presenta como un avance en el cumplimiento de los ODM la reducción de la proporción de personas que vive en tugurios. Sin embargo, objetivamente, entre 1990 y 2005 solo Brasil, El Salvador, México, Nicaragua, Paraguay y Perú han logrado reducciones, aunque en proporciones poco significativas que no alcanzan ni a la quinta parte de la población que habita en estas condiciones. Del otro lado, en Bolivia y Ecuador se registraron aumentos superiores al 10%. En Belice el incremento fue del 25.4%, mientras que en Honduras la población urbana viviendo en tugurios aumentó 1.5 veces y en Chile prácticamente se triplicó.

A nivel de la región los avances son aún menos alentadores, ya que si bien entre 2001 y 2010 se logró una reducción en el volumen de población viviendo en estas condiciones, la cifra estimada para el 2010 apenas alcanza a la que se registró en 1990: 110.7 millones para 2010 contra 110.8 millones de habitantes en tugurios que existían en 1990, lo que significa, en términos reales, un insignificante avance de 0.1% en 20 años (Tabla 5).

⁹ Estimaciones con base en estadísticas de la CEPAL.

Tabla 5. Población viviendo en tugurios. Fuente: Elaborado con base en estadísticas de CEPAL.

País	1990		2001		2005		Tasa de variación (1990-2005)
	%	Población (000)	%	Población (000)	%	Población (000)	
Argentina	30,5	8.623	33,1	11.016	26,2	9.343	8,3
Belice	54,2	49	62,0	74	47,3	61	25,4
Bolivia	70,0	2.596	61,3	3.151	50,4	2.972	14,5
Brasil	45,0	50.345	36,6	51.763	29,0	45.509	-9,6
Chile	4,0	440	8,6	1.139	9,0	1.270	189,0
Colombia	26,0	5.896	21,8	6.251	17,9	5.920	0,4
Costa Rica	11,9	186	12,8	297	10,9	290	56,1
Ecuador	28,1	1.591	25,6	1.900	21,5	1.808	13,6
El Salvador	44,7	1.172	35,2	1.222	28,9	1.166	-0,5
Guatemala	65,8	2.410	61,8	3.130	42,9	2.550	5,8
Honduras	24,0	474	18,1	501	34,9	1.169	146,6
México	23,1	13.727	19,6	14.343	14,4	11.686	-14,9
Nicaragua	80,7	1.746	80,9	2.257	45,5	1.473	-15,7
Panamá	30,8	401	30,8	598	23,0	430	7,4
Paraguay	36,8	762	25,0	740	17,6	634	-16,8
Perú	60,4	9.062	68,1	12.520	36,1	7.329	-19,1
Venezuela	40,7	6.776	40,7	8.875	32,0	7.521	11,0
Región	1990		2001		2010		Tasa de variación (1990-2010)
	%	Población (millones)	%	Población (millones)	%	Población (millones)	
América Latina	35,4	110,8	31,9	127,6	23,5	110,7	-0,1

Tanto el incremento dramático de la pobreza como el gran número de personas que viven en tugurios, son consecuencia directa de la desigualdad en la distribución del ingreso y las condiciones de empleo de los trabajadores urbanos. En el primer caso, América Latina se mantiene como la región menos distributiva a nivel mundial, donde en promedio el decil mejor remunerado de la población concentra el 40.5% del ingreso, mientras que en el decil peor remunerado de la población se distribuye únicamente el 1.2% del ingreso total.

Por otra parte, las tasas de desempleo abierto urbano se mantienen por debajo del 10% en todos los países (con la excepción de Colombia que registró en 2005 una tasa de desempleo abierto en zonas urbanas del 13.3%); no obstante la ocupación en el sector informal ha registrado un crecimiento real del 49.9% en los últimos 20 años: en 1990 en toda la región 156.8 millones de habitantes de las zonas urbanas se ocupaban en el sector informal, mientras que para el 2010 lo hacen aproximadamente 235.1 millones de trabajadores urbanos. Prácticamente en todos los países de la región, con la excepción de Belice, Chile y Costa Rica, más del 40% de los trabajadores urbanos se ocupan en el sector informal; y dentro de estos se encuentran Bolivia y Honduras, cuyas tasas de ocupación en el sector informal rebasan el 60%.¹⁰

En resumen, podemos decir que el crecimiento de las zonas urbanas en América Latina durante las últimas dos décadas, se ha caracterizado por el déficit en la cobertura de servicios (principalmente saneamiento), por un crecimiento notable del empleo informal, por la ampliación de la brecha entre ricos y pobres, y por un crecimiento aún más dramático de la pobreza. Es más, podemos decir que en materia de combate a la pobreza y de mejoramiento de las condiciones de vida de la población que vive en tugurios en América Latina, se han perdido los esfuerzos de las tres últimas décadas. No es de sorprender, entonces, que el nivel de riesgo en las zonas urbanas sea tan alto.

La transformación física del territorio en las ciudades

Aunados a los factores estructurales -inherentes al modelo de crecimiento económico, mal llamado de desarrollo- que han caracterizado el proceso de urbanización en América Latina y otras regiones del mundo, existen otros de índole local determinados por las políticas públicas sobre las formas de ocupación y gestión del territorio urbano. Entre estos, los más relevantes que se han constituido en factores subyacentes de riesgo en las ciudades se encuentran los esquemas de planeación y el acceso a suelo urbano por parte de los distintos sectores de la sociedad.

¹⁰ Cifras según indicadores del Banco Mundial, la OIT y la CEPAL.

El crecimiento de la población en las ciudades da lugar, en forma natural, a una transformación radical del territorio y el espacio físico que ocupa, no solo porque cada vez se requiere un mayor número de viviendas para alojar a los pobladores, sino porque también es necesario construir una red compleja de infraestructura que satisfaga las necesidades de la población, de los sectores económicos que impulsan el desarrollo y de la ciudad misma como estructura funcional.

Podría sonar a verdad de Perogrullo decir que esta construcción de la estructura física de las ciudades debe ser un proceso planificado en función de las necesidades de la población creciente y también en función de las condiciones geográficas del espacio que se pretende ocupar. No obstante, sabemos que en las ciudades de los países subdesarrollados esto no ha ocurrido así, y América Latina no es la excepción.

La mayoría de las grandes ciudades latinoamericanas se encuentran asentadas en lugares inadecuados, ya sea en faldas de volcanes, en suelos saturados de agua, en las márgenes de ríos, franjas costeras o fallas sísmicas activas. En decir, en sí mismas, las ciudades presentan condiciones de riesgo asociadas directamente con su localización en territorios sujetos a una amplia diversidad de amenazas. Sin embargo, estas condiciones de riesgo se han exacerbado por el incremento acelerado de los elementos expuestos (físicos y humanos), pero también por una radical transformación del territorio. Donde en tiempos precolombinos existían ríos y lagos, hoy existen transitadas avenidas, viviendas y altos edificios; donde hace apenas un siglo existían bosques en las laderas de las montañas, hoy existen asentamientos marginales o, en el mejor de los casos, zonas residenciales para las clases de altos ingresos; donde antes se infiltraba el agua de lluvia al subsuelo, hoy existen planchas de concreto, avenidas transitadas, grandes centros comerciales o supermercados.

La construcción física del espacio urbano ha alterado significativamente el ciclo hidrológico y de reproducción natural en las cuencas, y ha agudizado el riesgo sísmico o volcánico al expandirse sobre fallas geológicas o en las faldas de volcanes activos. Bogotá era un *mercado de hierbas* -como lo llamaban los indios precolombinos- y hoy es una metrópoli de 7.8 millones de habitantes; San José hasta bien entrado el siglo XIX era un cafetal y hoy su Gran Área Metropolitana alberga a

2.6 millones de habitantes; Quito se encuentra localizada en las faldas de un volcán activo -el Guagua Pichincha- y su zona metropolitana ha alcanzado los 2.2 millones de habitantes, mientras que la Zona Metropolitana del Valle de México que para el 2010 rebasó los 20 millones de habitantes, se encuentra localizada sobre lo que antes eran cinco lagos y varios ríos de una cuenca endorreica.

Así como estos grandes centros urbanos, ciudades de menor tamaño han reproducido los patrones de crecimiento y transformación física de los espacios. Por ello, no sorprenden las tendencias crecientes de eventos como inundaciones, deslizamientos, hundimientos, sequías urbanas o de los efectos producidos por sismos o erupciones volcánicas.

Si bien el fundamento de los estilos de crecimiento urbano de gran parte de las ciudades latinoamericanas son herencia colonial, en la época *moderna*, y sobre todo en la segunda mitad del siglo XX, la transformación física del territorio, el deterioro ambiental y la alta exposición frente a amenazas de distinto tipo han sido producto de las políticas públicas y los esquemas de gestión urbana.

El rápido crecimiento de la población no ha dado lugar a la planeación. Más que planificar, se improvisa: si existen problemas de tráfico, se construyen segundos pisos de avenidas principales en vez de mejorar el transporte público; frente a problemas como el desalojo de aguas negras por falta de infraestructura adecuada, se convierte a los ríos en grandes cloacas y cuando estos constituyen un problema de salud pública, simplemente se entuban y sobre ellos se construyen avenidas; si los basureros se saturan, se abren otros nuevos o se deposita la basura a cielo abierto en lugar de incentivar el reciclaje en gran escala; el déficit de vivienda nunca se resuelve; la adquisición de reservas territoriales para controlar el crecimiento es utopía pura y la ocupación irregular del suelo para la creación de nuevos asentamientos se solapa, y después de un tiempo simplemente se regulariza otorgando los títulos de propiedad correspondientes y conectándolos a las redes de servicios públicos que generalmente no tienen capacidad para proporcionar un servicio en condiciones adecuadas. Esta ha sido, en realidad, la lógica del crecimiento urbano y la lógica bajo la cual se han transformado los espacios en todas las ciudades de América Latina.

El acceso a suelo seguro y el fenómeno de la irregularidad

A los factores estructurales y a la transformación del territorio que ha caracterizado al proceso de urbanización de las ciudades latinoamericanas, se agrega el efecto que han tenido las políticas de suelo y los mecanismos de expansión urbana en los procesos de construcción del riesgo urbano.

En veinte años de ideología liberal el Estado han abandonado las funciones de planeación estratégica, dando lugar a la descentralización de funciones públicas y a la asignación de mayores atribuciones a los gobiernos municipales o autoridades intermedias que se ha manifestado principalmente en: una descentralización fiscal que ha creado presión para generar nuevas fuentes de ingreso en el ámbito local; mayor poder y autonomía de las autoridades locales e intermedias; la creación de nuevos instrumentos para la intervención normativa y fiscal tales como herramientas de movilización de los incrementos en el valor de la tierra; nuevos modos de provisión de servicios, en parte originados por la privatización generalizada de las compañías de servicios públicos, con efectos directos sobre el proceso del uso del suelo y la redefinición de los patrones de segregación espacial; y el afloramiento de sociedades públicas o privadas que intervienen en el desarrollo urbano ^[13]. De tal suerte, los servicios públicos se concesionan y las empresas privadas los convierten en mercancías que se rigen por las fuerzas libres del mercado, las redes de estos servicios crecen de manera desordenada, las grandes empresas inmobiliarias determinan el crecimiento de la mancha urbana en función no de las necesidades de la población sino de la rentabilidad de los proyectos, y el precio del suelo –bien público máspreciado de las ciudades– se rige también por la oferta y la demanda, en el mejor de los casos, y en el peor de ellos, por la especulación.

Esta forma de *política pública*, donde se han desdibujado la planeación estratégica, ha sido determinante en el incremento de los niveles de riesgo en las áreas urbanas. Cada vez con mayor frecuencia se conocen casos de desarrollos inmobiliarios donde antes de ser ocupados presentan problemas de inundación, hundimientos, cuarteaduras o daños estructurales en las viviendas por una localización inadecuada o por el uso de

materiales de mala calidad. También son frecuentes los desarrollos turísticos masivos que propician el crecimiento acelerado de la población, sin condiciones mínimas de acceso a servicios públicos y vivienda adecuada, o el desarrollo de grandes proyectos urbanos que expulsan a los pobres hacia la periferia, en zonas inseguras o de alta incidencia de amenazas. El caos se ha generalizado en las ciudades y los pocos intentos de autoridades locales que han pretendido retomar el control de la planeación, han logrado algunas mejoras en lo general, pero sin que se hayan podido abatir los problemas añejos de los sectores marginales.

Los desastres, con algunas excepciones, tienden, como regla, a causar un mayor impacto en las poblaciones pobres. Sabemos que en el tema del riesgo pobreza no es sinónimo de vulnerabilidad; o lo que es lo mismo, por el hecho de ser pobre no necesariamente se es vulnerable. No obstante, la pobreza se convierte en un factor determinante en las condiciones de riesgo cuando por mala suerte se cruza en el camino de las amenazas.

Pero en el contexto actual, en las áreas urbanas el riesgo de los pobres ya no se resuelve únicamente con empleos estables, aumento del ingreso familiar y acceso a servicios básicos. Aduce a un problema mucho más complejo que tiene que ver con la política pública que facilita o dificulta el acceso al suelo o que determina el lugar y las condiciones en las que los sectores pobres de la población urbana se asientan para establecer su lugar de habitación.

La expansión urbana de las ciudades latinoamericanas históricamente se ha caracterizado por la ocupación irregular el suelo. La escasez del suelo y, en consecuencia, los elevados precios en las zonas centrales de las ciudades obliga de forma natural a la ocupación de las periferias que antes eran zonas de amortiguamiento para evitar el crecimiento descontrolado de la mancha urbana, zonas con valor ambiental, o inadecuadas para la habitación ^[10].

Buena parte de esta ocupación se genera de forma irregular o contraviniendo la normativa vigente establecida en los planes de desarrollo urbano, cuando existen. En los últimos años, el fenómeno de la irregularidad se ha expandido por todas partes a velocidades vertiginosas. En México, por ejemplo, se estima que entre 2000 y 2007 alrededor de 250,000 lotes se incorporaron al suelo urbano en forma irregular cada año ocupando

suelo poco apto; y aún más, cerca del 60% de los requerimientos anuales de suelo urbano, son para asentamientos irregulares ^[14].

Si bien no existen estadísticas sobre el volumen de población que habita en asentamientos irregulares, cifras sobre el número de hogares sin tenencia segura de la vivienda son indicativas del fenómeno de la irregularidad (Tabla 6).

Tabla 6. Proporción de hogares sin tenencia segura de la vivienda. Fuente: CEPAL

País	Año	% de hogares sin tenencia segura de la vivienda
Bolivia	2007	21,5
Colombia	2007	13,3
Costa Rica	2007	7,6
Ecuador	2001	9,4
El Salvador	2006	17
Guatemala	2004	9,9
México	2006	16,3
Perú	2003	16,8

En Bolivia, la quinta parte de los hogares urbanos no tienen acceso a la tenencia segura de la vivienda y en Colombia la cifra alcanza al 13.3%, mientras que en países como México y Perú supera el 16%. Esto equivale en cifras brutas a 1.3 millones de hogares urbanos en Colombia, 1.1 millones de hogares en Perú, poco más de 500,000 hogares en Bolivia y a más de 3.8 millones de hogares en México.

Esto ha dado lugar a la existencia de un mercado del suelo ilegal, informal, irregular e incluso clandestino que cada vez adquiere mayores proporciones. Si bien el fenómeno de la irregularidad se produce por múltiples factores que van desde la corrupción hasta la asignación de lotes a cambio de votos, al centro de él se encuentra la imposibilidad de acceder al mercado legal o formal del suelo, debido a la desigualdad en la distribución del ingreso, la pobreza abierta y el abandono de políticas sociales y de programas habitacionales, así como a la eliminación de subsidios y créditos públicos para el financiamiento a la vivienda.

Los créditos para vivienda, hoy otorgados por la banca privada, son inaccesibles para los sectores pobres y un segmento importante de la clase media trabajadora; y para quienes pueden acceder a ellos, o no encuentran viviendas disponibles o los montos de crédito otorgados no alcanzan a cubrir el alto costo de una vivienda en condiciones más o menos adecuadas en las zonas céntricas de las ciudades. En efecto, en la actualidad los asentamientos irregulares ya no sólo son ocupados por los pobres, sino también por amplios sectores de las clases medias trabajadoras.

No en pocas ocasiones, posterior a la ocurrencia de un desastre, hemos escuchado a funcionarios públicos culpar a la gente pobre de asentarse en zonas inseguras como si se tratara de una decisión tomada por ignorancia y no por falta de opciones, y tampoco son pocos los estudios que hablan de la imposibilidad de los sectores pobres de acceder a suelo seguro en las ciudades, aunque sin mucha evidencia empírica que lo sustente. Pero, ¿qué hay de cierto en esto?

Mediante un sencillo ejercicio, estimamos el tiempo promedio que tardaría un trabajador que percibe el salario mínimo en su país en adquirir un terreno para la construcción de vivienda en ciudades seleccionadas, suponiendo que tiene capacidad para ahorrar el 5% de su salario mensual (lo que es poco probable con ese nivel de ingresos).¹¹ Las cifras hablan por sí mismas (Tabla 7).

Tabla 7. Estimaciones del tiempo promedio de posibilidad de compra de un lote urbano para trabajadores asalariados. Fuente: Elaboración propia con base en la consulta de anuncios clasificados y fuentes oficiales para el salario mínimo.

Ciudad	Tipo de lote	Precio promedio del m ² (usd)	Valor promedio de un lote de 100 m ² (usd)	Ahorro anual (5% del salario mínimo, usd)	Tiempo promedio de posibilidad de compra (años)
Bogotá	Con servicios	65	6.500	141,6	45,9
	Sin servicios	16	1.600		11,3
La Paz	Con servicios	20	2.000	58,2	34,4
	Sin servicios	10	1.000		17,2

¹¹ Este ejercicio fue retomado de ^[13], aunque para este documento se agregaron nuevas ciudades y se actualizaron los valores.

Ciudad	Tipo de lote	Precio promedio del m ² (usd)	Valor promedio de un lote de 100 m ² (usd)	Ahorro anual (5% del salario mínimo, usd)	Tiempo promedio de posibilidad de compra (años)
San Salvador	Con servicios	25	2.500	135	18,5
	Sin servicios	11	1.100		8,1
Quito	Con servicios	53	5.300	144	36,8
	Sin servicios	20	2.000		13,9
Guatemala	Con servicios	86	8.600	85,2	100,9
	Sin servicios	45	4.500		52,8
Ciudad de México	Con servicios	144	14.400	79,8	180,5
	Sin servicios	37	3.700		46,4
San José	Con servicios	50	5.000	180	27,8
	Sin servicios	20	2.000		11,1

En barrios marginales de las zonas periféricas de Bogotá, un trabajador tardaría alrededor de 49 años en adquirir un lote con servicios y 11 años un lote sin servicios y con estatus de propiedad dudosa. En las mismas condiciones, pero en La Paz (Bolivia), el mismo trabajador tardaría 34 años para comprar un lote con servicios y 17 años un lote sin servicios.

En Quito sucedería algo similar, mientras que en San José no se tardaría menos de 27 años en adquirir un lote con servicios y 11 años uno sin servicios. Sin embargo, las cifras en ciudad de Guatemala y Ciudad de México son absolutamente desalentadoras para cualquier ahorrador, ya que en estos casos la posibilidad de adquirir un lote con servicios no tendría que medirse en años, sino en varias generaciones. La ciudad que mejores condiciones ofrece es San Salvador, donde el trabajador podría hacerse, al fin, de un lote con servicios después de 18 años y después de 8 años de un lote sin servicios. Con estas cifras, parece que resulta evidente que la gente pobre no se asienta en lugares inseguros y ocupa el suelo de manera ilegal por gusto o por ignorancia, sino, en efecto, por la falta de opciones.

Esta es la realidad de las ciudades latinoamericanas y los gobiernos locales parecen no tener capacidad para contener el crecimiento absoluto de los asentamientos irregulares y en zonas inseguras. En relación al riesgo, los programas de regularización que se han implementado tampoco son la solución y el problema radica en que la *regularización* consiste en el otorgamiento de títulos de propiedad y dotación de servicios públicos,

generalmente sin importar si esos asentamientos se encuentran en zonas de riesgo. Así, es frecuente encontrar que muchos asentamientos que se originaron como irregulares y que se localizan en lechos de antiguos ríos, en zonas de deslizamientos o de inundación frecuentes, en las riveras de ríos o canales u otras zonas de riesgo evidente, ya se han regularizado y cuyos propietarios cuentan con los títulos correspondientes.

La forma en que opera el mercado de suelo en las ciudades y la falta de acceso a suelo seguro, ya no solo de los sectores pobres sino también de algunos segmentos de la clase media trabajadora, es un tema crucial de política pública para entender las condiciones y los niveles de riesgo actuales en las áreas urbanas, pero también lo es para entender las tendencias futuras, y más aún considerando que día con día se incrementa la población urbana y se expanden físicamente las ciudades. Sin duda este es un tema complejo que requiere ser estudiado a profundidad. En este documento únicamente hemos querido poner en la palestra algunos de los aspectos clave que nos parecen más relevantes.

La reducción del riesgo y el desarrollo sostenible: consideraciones para el futuro

La reducción de riesgo de desastre es un proceso integral mediante el cual se busca controlar el riesgo existente o futuro a través de la gestión o implementación de acciones sobre los factores subyacentes que lo constituyen. La dimensión de tales factores, determinan en conjunto las condiciones objetivas existentes en el entorno del desarrollo y las capacidades reales del Estado y las instancias gubernamentales para implementar acciones con miras a reducir o controlar el riesgo.

El contexto actual es desalentador no solo por los datos duros que reflejan las condiciones sociales, económicas y de seguridad adversas en las que viven miles de millones de personas en todo el mundo, sino, principalmente, porque la respuesta de los Estados nacionales ante esto –y la causa de ello– se expresa en la inmovilidad producida por el abandono de las tareas de planeación estratégica y la ausencia de proyectos de nación que integren en una sola matriz el desarrollo económico, el desarrollo social, el desarrollo urbano, la ocupación y el usufructo ordenados y racio-

nales del territorio, y que al mismo tiempo garanticen la protección del patrimonio material, natural, histórico y cultural de los países.

La crisis de la planeación estratégica en América Latina ha resultado en la implantación de modelos a favor de las fuerzas libres del mercado y la reducción de la intervención estatal en sectores estratégicos. Funciones primordiales relacionadas no sólo con los procesos económicos, sino con la planeación estratégica que tradicionalmente fueron funciones públicas, han sido trasladadas a organizaciones, corporaciones o empresas sociales y privadas. Las consecuencias inmediatas de esto en los esquemas de planeación gubernamental son, por una parte, un rezago importante en la construcción de nuevos conceptos, métodos y técnicas de planeación y, por la otra, la sustitución de esquemas de decisión política basados en un proyecto de nación –integral e incluyente–, por formas *empresariales* o *gerenciales* que privilegian la privatización de los beneficios.

En general, ha sido la política económica la que ha guiado los procesos del desarrollo en los países, en un esquema donde las decisiones públicas en torno al territorio y la sostenibilidad han estado prácticamente ausentes. Algunas de las consecuencias más inmediatas y alarmante de esto, han sido la falta de transparencia y discrecionalidad en la aplicación de los planes y el manejo de las decisiones de localización, especulación en el uso del suelo y falta de respeto al ambiente por parte del propio Estado.

El abandono del Estado en las tareas de planeación sobre el territorio, ha dejado en manos de otros actores la configuración de ciudades y regiones, hasta alcanzar la situación crítica actual. Las ciudades del país se están convirtiendo en espacios privados; el ciudadano está perdiendo su sentido de arraigo y se está transformando en un ente ajeno a su propio espacio, pasando a ser un simple consumidor de servicios; los paradigmas de la eficiencia, la productividad y la competitividad se anteponen a las necesidades y capacidades de las comunidades, especialmente las de los pobladores rurales y de los pobres urbanos; el suelo se privatiza al igual que los servicios y equipamientos, sin que se beneficien quienes más los necesitan, sino quien puede pagar por ellos. Así las cosas, nociones que sustentan la legitimidad del orden occidental como ciudadanía, cohesión social y, ahora, sostenibilidad ya parecen ser contradictorias. En todo esto, la construcción del riesgo también se ha privatizado y con ello los factores

para su reducción o manejo han quedado fuera del control del Estado y los gobiernos en todos sus niveles. Para el futuro el panorama no es alentador. En las condiciones actuales se prevén pocos cambios positivos hacia adelante, y sí el mantenimiento de una tendencia que redundará en la exacerbación de los factores del riesgo por un déficit aún mayor en el *desarrollo*:

1. La población urbana seguirá aumentando en las próximas décadas y con ello las necesidades de suelo, vivienda, servicios básicos y empleo en las ciudades, y ante la estrechez de los mercados de suelo y el impacto de las sucesivas crisis económicas sobre los ingresos de las familias urbanas, es de esperarse un incremento aún mayor de los asentamientos irregulares.
2. Dado que no se esperan cambios significativos en el crecimiento lento de la economía, ni en el mejoramiento de los patrones de distribución del ingreso, se prevé que en términos reales la pobreza urbana seguirá aumentando, como ha venido sucediendo en los años recientes.
3. El actual modelo de desarrollo urbano-territorial mantendrá sus tendencias de baja *sustentabilidad*. En el mediano plazo la movilidad en las ciudades seguirá dependiendo del predominio del modelo de transporte particular sobre el colectivo, con consecuencias graves para la saturación de la infraestructura vial y la creciente contaminación del aire. Continuará la ocupación de suelo de alto valor ambiental por la persistencia del modelo expansivo de las ciudades. En este sentido se plantean problemas críticos de sostenibilidad dada la escasez de agua en polos dinámicos de desarrollo y el incremento de desastres de distintas magnitudes, que se verán agudizados por factores asociados al cambio climático.
4. Finalmente, de no reorientarse el esquema actual, los Estados perderán por completo la rectoría en la planeación de la ocupación del territorio y el desarrollo urbano-regional. Con ello, continuará la ocupación caótica del territorio en las ciudades, se ensanchará la desigualdad social, continuará el proceso depredador del medio ambiente y el uso inadecuado de los recursos naturales, y se desaprovechará el potencial real de desarrollo de los países, bajo una forma verdaderamente sostenible.

En efecto, la reducción del riesgo no es posible sin desarrollo, así como tampoco es posible el desarrollo sin condiciones mínimas de seguridad que eviten o reduzcan el riesgo de pérdidas y daños recurrentes en las personas y su patrimonio. En este sentido, la evidencia apunta hacia la idea de que el debate sobre el desarrollo y, más aún sobre el desarrollo sostenible, muestran la necesidad de avanzar en ambos frentes a la vez, mediante una consideración clara de los riesgos y de los problemas de justicia socio-ambiental que plantea su distribución presente. Esto supone también, trascender el ámbito del discurso normativo para atender los procesos efectivos mediante los cuales se construyen las condiciones de daño posible.

Referencias

1. EIRD, 2011. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Genève.
2. UN-Habitat, 2011. *Global Report on Human Settlements. Cities and Climate Change*. New York.
3. Cardoso, E. y E. Falleto, 1978. *Dependencia y desarrollo en América Latina*. Siglo XXI Editores. México.
4. Melnik, S., 1980. Principales escuelas, tendencias y corrientes de pensamiento, en O, Sunkel y N. Gligo (editores). *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*. En revista *El trimestre económico*, Vol. I. Fondo de Cultura Económica. México.
5. Prebisch, R., 1980. Biosfera y desarrollo, en O, Sunkel y N. Gligo (editores). *Estilos de desarrollo y medio ambiente en la América Latina*. En revista *El trimestre económico*, Vol. I. Fondo de Cultura Económica. México.
6. Leff, E., 1994. *Ecología y capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. Siglo XXI Editores. México.
7. Redclift, M., 1987. *Sustainable development. Exploring the contradictions*. Routledge. Londres.
8. Mansilla, E., 2010. *Riesgo urbano y políticas públicas en América Latina*. Documento insumo para el GAR 2011. Ginebra.
9. EIRD, 2009. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2009*. Genève.

10. Jordán, R y R. Martínez, 2009. II. La situación actual en materia de pobreza y precariedad urbanas, en *Pobreza y precariedad urbana en América Latina y el Caribe. Situación actual y financiamiento de políticas y programas*. CEPAL-CAF.
11. Mansilla, E., 2000. *Riesgo y ciudad*. UNAM. México.
12. Naciones Unidas, 2010. *Informe sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio 2010*. Nueva York.
13. Smolka, M. y Mullahy, L., 2000. *La política del suelo en América Latina*. Lincoln Institute of Land Policy. Cambridge, MA.
14. Mansilla, E., 2008. *Marco general de riesgo en México*. Documento insu- mo para el GAR 2009. PNUD-EIRD. Ginebra.
15. Beltrán, E. (1953). *Vida silvestre y recursos naturales a lo largo de la Carre- tera Panamericana*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Re- novables. México.
16. INE-INEGI (2000). *Manual de indicadores para el desarrollo sustentable en México*. INE-INEGI. México.

Fuentes estadísticas

17. Banco de Datos Estadísticos de la CEPAL.
18. Censos de Población y Vivienda y Proyecciones de Población, va- rios países y años.
19. Desinventar. LA RED-Cooperación OSSO.
20. Indicadores de la OIT.
21. EM-DAT.
22. Indicadores del Banco Mundial.
23. Inventarios forestales y tasas de deforestación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
24. NATHAN. Munich Re.
25. United Nations Department of Economics and Social Affairs, Po- pulation Division (2009).
26. Urban World: Mapping the economic power of cities. March, 2011. MacKinsey Global Institute. Consulta en línea: <http://www.mckinsey.com/>

Capítulo II. Áreas Verdes en el diseño de viviendas sustentables: una mirada desde la calidad de vida urbana

María Luisa Ballinas Aquino

“Hoy se puede afirmar que las ciudades son los sistemas que mayor impacto generan en el Planeta y, por esto, sabemos que la batalla de la sostenibilidad la vamos a ganar o la vamos a perder en base a la organización y la gestión urbanas que desarrollemos a partir de ahora” ^[1].

Introducción

La ciudad es el espacio privilegiado para el desarrollo de este capítulo, puesto que no es posible referirnos a las áreas verdes y a su relación con el diseño de las viviendas sustentables, si no existe una comprensión previa, tanto de las problemáticas sociales, ambientales y económicas; como de las políticas de planificación urbana, que incluyen el uso de transporte urbano, la valoración y protección de la biodiversidad, el uso racional de los recursos y la participación ciudadana en la toma de decisiones municipales, entre otras ^[2].

En el espacio polisémico llamado ciudad, es donde se planifica la demanda habitacional de la población y se manifiestan las problemáticas ambientales (calentamiento global, degradación y contaminación, etc.)

derivadas de los modelos económicos, del incremento poblacional y de la expansión de las urbes. En este contexto, emerge en el siglo XXI, la gestión urbana, en su complejidad; presentando una característica dialéctica, dado que en ella coexisten (en conflicto permanente) integración y marginalidad, cohesión social y desigualdad creciente, desarrollo sostenible y dinámicas insostenibles, productividad competitiva y enclaves excluyentes, democratización de la gestión urbana y crisis de gobernabilidad de las regiones urbanizadas, globalización y localismo ^[3].

En este capítulo, se hace referencia a la gestión de áreas verdes urbanas, donde se integran elementos para el análisis de las interacciones sociales, ambientales y económicas; que conforman el pool de conocimientos indispensables para la toma de decisiones. Este texto resulta actualidad; ya que, mientras en los años noventa, por la influencia de la globalización se priorizó el proyecto arquitectónico sobre el urbanístico, y la competitividad se puso por encima de la calidad de vida; en nuestros días se presentan formas alternativas a los impactos negativos que se han constatado a partir de dichos principios, enfatizando sus repercusiones en la calidad de vida individual y colectiva.

Desde una perspectiva integradora, el objetivo perseguido con este texto, es realizar una reflexión en torno a la gestión de áreas verdes en el contexto urbano, como una estrategia para la conformación de espacios (viviendas y ciudades) sustentables; puesto que la conservación, el manejo y el incremento de la vegetación y de la biodiversidad presente en las ciudades, repercute en la calidad de vida urbana.

El texto se ha dividido en cuatro apartados ubicados en el marco del urbanismo sustentable: 1) Urbanismo, ciudad y vivienda; 2) Calidad de vida y calidad ambiental; 3) Áreas verdes y servicios ambientales, sociales y económicos; y 4) Gestión de áreas verdes en viviendas y ciudades.

En el primer apartado se presenta un breve recorrido por diversas perspectivas que se encuentran en el urbanismo, pasando inmediatamente a la definición de los espacios a los cuales se estará haciendo referencia: ciudad y vivienda. En el segundo apartado, se exponen aspectos que se incluyen en el concepto de calidad de vida, sin la cual, no es posible concebir el desarrollo sostenible. Los dos últimos capítulos tienen la finalidad de integrar elementos desde los cuales es posible rea-

lizar la valoración de los espacios verdes; abriendo la discusión sobre la importancia de la gestión de áreas verdes y los retos que se presentan en la actualidad.

Urbanismo, ciudad y vivienda

Urbanismo

Con el surgimiento del urbanismo moderno, a finales del siglo XX, se generaron grandes proyectos en obra pública, los cuales fueron considerados un fin en sí mismos, al tener como objetivo la acumulación de capital, dando paso a modificaciones en las relaciones entre el poder y la economía; ello ha sido considerado un problema grave, toda vez que impide que el urbanismo se presente en realidad como una propuesta de sustentabilidad, ya que no se le concibe si no es en permanente y perpetua expansión ^[4].

Entre las diversas corrientes del urbanismo que están vigentes, se encuentran:

1. El urbanismo de la globalización que se basa en la competitividad entre los territorios, los cuales son considerados como *lugares nodales de cualidad* que tienen la característica de contar con espacios públicos donde aparecen ofertas culturales y comerciales diversas, con entornos agradables y seguros, abiertos a la presencia de visitantes. En esta urbanización se generan espacios de *shopping malls* y gasolineras, junto con una red de autopistas. En el modelo en cuestión, se realiza una estratificación social en función de la distancia-tiempo a los lugares de centralidad ^[3].
2. Por otra parte, se encuentra que en 1993, los arquitectos y diseñadores urbanos Andrés Duany, Pedro Calthorpe, Elizabeth Moule, Elizabeth Plater-Zyberk, Stefanos Polyzoides y Dan Salomón, fundan el Congreso para el Nuevo Urbanismo, emitiendo en 1997, una Carta donde se propone la creación y el mantenimiento de un ambiente diverso, escalable y compacto, que dentro de un contexto apropiado, permita el desarrollo de una

arquitectura y comunidades estructuradas de forma integral. En este modelo se incluyen centros de trabajo, tiendas, escuelas, parques y todas las instalaciones para la vida diaria de los residentes, situadas dentro de una distancia fácil de caminar; reduciendo la congestión del tráfico y aumentando la oferta de viviendas asequibles para frenar la dispersión urbana. Los principios de este urbanismo son: la peatonización de las ciudades, conectividad urbana, diversidad en el uso del suelo, diversidad en materia de vivienda, la calidad en arquitectura y diseño urbano, estructura tradicional de barrios y colonias, incremento en la densidad urbana, transporte inteligente, sustentabilidad urbana-arquitectónica, así como la calidad de vida ^[5].

3. El urbanismo sustentable tiene como principal objetivo la planeación de ciudades desde una perspectiva ecológica; cuya premisa es la integración de aspectos ambientales, sociales y económicos para la consecución de sus metas, poniendo atención en aspectos tales como: la reducción de gastos en los recursos empleados, reducción de la contaminación del aire, suelo y agua, el mejoramiento del confort interno y externo de las viviendas, ahorro económico y financiero en el proceso constructivo, reducción de desperdicios de todo el ciclo de vida de la vivienda y equipamiento tecnológico (Kriable, en Hernández ^[5]).
4. El urbanismo ciudadano por su parte, es un modelo abstracto que se contrapone al urbanismo globalizado al colocar el énfasis tanto en el espacio público como en la mixtura social y funcional. Desde esta perspectiva, se apuesta por el perfil identitario de lo urbano, atendiendo a la morfología del lugar, a la calidad del entorno y a la integración de los elementos arquitectónicos emblemáticos ^[3].

Las tendencias presentadas en este apartado, pueden encontrarse en el mismo período y en las mismas ciudades; sin embargo, es necesario conocerlas para observar qué fuerzas y qué actores dinamizan a cada una, y la forma en que convergen dentro del ámbito de la ciudad; reconociendo que alguna de ellas será la que imponga su lógica. El conoci-

miento de las tendencias facilita la interpretación tanto de las políticas urbanas como del desarrollo contradictorio de las ciudades.

El estudio del urbanismo resulta complejo, ya que, aun cuando no garantice la integración ciudadana plena, que depende también del empleo, del acceso a la educación y el reconocimiento de las culturas, entre otros aspectos; tiene la función de crear las condiciones que faciliten la integración o, al contrario, favorezcan la marginación de las personas ^[3].

En este sentido, se afirma que al profundizar en el conocimiento de las tendencias del urbanismo, se facilita la comprensión de la ciudad con las interacciones ecológicas y políticas establecidas; siendo ésta última, el producto de la acción de múltiples individuos, agrupados en actores y agentes sociales con intereses contradictorios. Por lo tanto, la ciudad no es tan solo un territorio con características poblacionales y fisiográficas determinadas; sino que además, es un espacio de lucha permanente, donde confluyen intereses de orden político, económico, social y cultural.

En medio de la problemática latente en las urbes, en 1991, la Unión Mundial de la Conservación (Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas y del Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza), afirmó que el desarrollo sostenible implica la mejora de la calidad de vida dentro de los límites de los ecosistemas. Con el fin de incluir la idea de sostenibilidad en la ciudad, el Consejo Internacional de Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI) propuso que *el desarrollo sostenible es aquel que ofrece servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todos los miembros de la comunidad sin poner en peligro la viabilidad de los entornos naturales construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios* ^[1].

En 1992, se establece la red de ciudades sustentables con el propósito de poner en marcha algunos principios de la Agenda 21 adoptada en Río de Janeiro. Dichas ciudades surgen bajo la tutela de las Naciones Unidas, con el propósito de traducir los conceptos globales del desarrollo sustentable en orientaciones prácticas y tangibles. Dentro de las primeras acciones de la Agenda 21 local, se incluyó al diagnóstico ambiental de ciudades y la propuesta de medidas ecológicas concretas ^[6].

En el 2002, durante la cumbre de Johannesburgo, también llamada Río +10, se realizó una evaluación de los alcances de la Agenda 21, indi-

cando que la sostenibilidad sigue siendo una meta para los gobiernos locales, por lo que se refuerza el proceso, dándole una nueva denominación: Acción Local 21 ^[6].

Dada la importancia de los problemas urbanos para el desarrollo sostenible y el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, el PNUMA amplió su labor durante el 2005 con la creación de la Dependencia de Medio Ambiente Urbano y el establecimiento de un marco para mejorar la colaboración y la organización de actividades conjuntas entre el PNUMA y la ONU-HÁBITAT. En este contexto se ha resaltado la función de las ciudades en la solución de problemas del medio ambiente mundial, tales como el cambio climático, la diversidad biológica y la contaminación de las costas. Otra de las prioridades en estas acciones conjuntas, es la Alianza de las Ciudades, que apoya proyectos de desarrollo urbano en todo el mundo ^[7]. La importancia de las ciudades aumenta si se toma en cuenta que se tiene estimado que para el 2030 el 60% de la población mundial se encontrará en las ciudades ^[8]. Con ello, se incrementan las problemáticas generadas por el crecimiento poblacional y la expansión humana, las cuales ejercen presión sobre el suelo, afectando a la calidad del medio ambiente ^[9]. En ese contexto, se realizaron las acciones correspondientes al Día Mundial del Medio Ambiente 2005, con el tema: Ciudades verdes: ¡Planear para el planeta!; donde se destaca la importancia de abordar los problemas para el desarrollo sostenible, planteados por la urbanización.

Cabe mencionar que en el ámbito internacional, además de ONU-Habitat, instancias como el Fondo de Población (UNFPA) y el Informe de Worldwatch Institute, reconocen la importancia de lo urbano al referirse al estado del mundo. En dichos informes, la realidad urbana es presentada no solamente como una problemática, sino que se expone el potencial resolutivo que en ella se encuentra, aunque dependiente de la voluntad de las administraciones públicas y de la movilización ciudadana ^[3]. Por lo tanto, se espera que la ciudad no sea una responsabilidad exclusiva de las autoridades; sino un lugar donde las voluntades de todos los niveles, ciudadanos y gobierno, coincidieran en la búsqueda de la mejora del espacio en el que se vive ^[10].

Ciudad

La ciudad se construye desde la constante confrontación de valores e intereses, siendo un desafío a la innovación política, a la imaginación urbanística y a la movilización cívica ^[3: 11]. Dentro de este dinamismo, la ciudad puede ser entendida como el territorio donde se manifiesta la tensión entre lo global y lo local, encontrando en un extremo, a los estudios urbanísticos que presentan a la ciudad, inserta en redes macrorregionales, que tienen como finalidad el ganar posiciones competitivas, conseguir funciones nodales y atraer flujos. Mientras que, por otra parte, se presenta la resistencia a la globalización, donde se subraya la compatibilidad social y la sostenibilidad ambiental, reconociendo la creciente marginación de las poblaciones, así como la pérdida de identidad de los territorios. Finalmente, es posible hablar de *glocalización*, entendida como la integración de dimensiones globales en un espacio local: el derecho, las normas, la vigilancia, las políticas contractuales, las estructuras o las redes y los medios ^[3].

La ciudad es un territorio donde se realizan los procesos económicos de producción de bienes y servicios, lo que resulta ser el nicho más grande para la sobrevivencia del hombre: un entorno artificialmente creado para la satisfacción de ciertas necesidades ^[12]. Lo anterior, nos conduce a la comprensión de la ciudad como un espacio de consumo (de productos legales e ilegales), donde coexisten diversos tipos de intercambio insertos en la dinámica del mercado capitalista neoliberal.

Con ello, surgen nuevas relaciones de poder entre actores dominantes (gubernamentales y no gubernamentales), donde se incluyen a los desarrolladores de vivienda de espacios socialmente diversificados. Sin embargo, en la ciudad también se construyen nuevos modos de vida cotidiana a través de lo religioso, las ONGS, los grupos radicales, los colectivos ciudadanos (de artistas, promotores de salud, ambientalistas), entre otros.

Por su parte, Emelianoff ^[6] concibe a la ciudad desde una aproximación patrimonial, identificando la riqueza local, ya sea cultural o natural, y definiendo a la ciudad patrimonial como un espacio territorial que es valorizado por la presencia de un río, una especie original, un tipo de

cultura o industria local, o algún monumento histórico que representan una herencia (capital construido en el tiempo). En esta concepción, se favorece a la reapropiación de sitios significativos para los habitantes de un territorio (o para los tomadores de decisiones), así como la *renaturalización* de espacios relacionados con la fundación de las ciudades o con la identidad de la población.

Por otra parte, se presenta a la ciudad participativa, como aquella en la cual los habitantes, los industriales y las asociaciones tienen una participación política, de manera que las decisiones se construyen tomando en cuenta las realidades locales y la pluralidad de los intereses presentes, llegando a la acción mediante la concertación de orden científico, económico, político y/o doméstico; lo cual resulta posible, sólo si las estructuras son capaces de facilitar el diálogo ^[6].

Se reconoce entonces, que la complejidad de la ciudad resulta de la interacción entre la individualidad y la colectividad, lo público y lo privado, la homogeneidad y la diversidad, la movilidad y la permanencia, la cohesión social y la fragmentación, el encuentro y la segregación; siendo un espacio con servicios disponibles pero con accesos diferenciados, que en muchas ocasiones impulsan a las personas a migrar hacia la periferia o hacia otros centros urbanos. La ciudad es espacio y tiempo donde se construye la identidad y la memoria histórica (ambiental, social, política y económica) de las sociedades.

Desde la perspectiva ecológica, se concibe a la ciudad como un sistema heterotrófico que depende de la producción primaria generada en otros lugares ^[1]. Mientras que en la perspectiva recursos naturales se enfatiza que la ciudad es un sistema abierto, con flujos de entrada y salida, y que, por lo tanto, funciona como *un órgano contaminante y consumidor de recursos naturales, generador de exclusión social y ente económico irresponsable, alejándose, de este modo de los principios del desarrollo sostenible* ^[2].

En esta dinámica se reconocen los impactos que la vida urbana ha causado en los ecosistemas, tales como: a) la ocupación del espacio constantemente transformado por la población; b) la utilización de los recursos naturales con un incremento de la demanda de dichos recursos; c) la generación de residuos que en muchas ocasiones no pueden ser asimilados por la naturaleza, debido al volumen y al tipo de dese-

cho; d) la emisión y descargas de contaminantes al aire, agua y/o suelo, incluyendo la producción de gases de efecto invernadero que contribuye al cambio climático global. Estos impactos se traducen en problemas ambientales en los asentamientos urbanos, entre los que se encuentran la insalubridad, las deficiencias habitacionales, la falta de servicios básicos, el deterioro de los ambientes de trabajo, la contaminación industrial y doméstica, las complicaciones para eliminar los residuos líquidos y sólidos, así como la fragilidad ante las catástrofes naturales [12].

Finalmente, se puede afirmar que la ciudad es un espacio polisémico donde convergen la vida y la muerte, el sentido y el sinsentido de la existencia humana, las diversas cosmovisiones que vinculan a los seres humanos entre sí y con su entorno, de forma creativa o destructiva, o ambas a la vez. El desafío de las ciudades de hoy, se entreteje entre lo político, lo urbanístico, lo cultural, los entornos naturales y las construcciones que nos muestran la cosmovisión y la historia de una comunidad.

Vivienda

Sin duda el derecho a la vivienda digna se encuentra vinculado al derecho a la ciudad, aun cuando este último tiene mayores implicaciones. El derecho a la vivienda representa el acceso y mantenimiento de un espacio habitacional digno, para todos los ciudadanos, que permita la inclusión y protección radical de su condición humana y la de su grupo social. Este derecho, consagrado en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como, a nivel internacional, en el artículo 25 de la Declaratoria Universal de los Derechos Humanos y acuerdos internacionales, emerge hoy como uno de los temas relevantes de la agenda internacional; sin embargo, *es uno de los derechos más conculcados por los estados y más luchados por los sectores subalternos de la sociedad* [13].

Aun cuando en los discursos de los políticos de nuestro tiempo, está presente el derecho a una vivienda digna, la realidad presentada en el informe 2010 de los Objetivos del Milenio, muestra que si bien, es cierto que en los últimos 10 años, el porcentaje de población que vive

en barrios marginales en los países en vías de desarrollo pasó de 39% en el 2000, al 33% en el 2010 (más de 200 millones de habitantes de barrios marginales lograron acceder a agua de mejor calidad, servicios sanitarios o viviendas duraderas y menos hacinadas); se aclara que en términos absolutos, la cantidad de habitantes de barrios marginales de países en vías de desarrollo está aumentando y continuará haciéndolo en un futuro cercano. *Los avances logrados en la meta establecida para barrios marginales no han sido suficientes para contrarrestar el crecimiento de los asentamientos informales de los países en vías de desarrollo, donde la cantidad de residentes urbanos que viven en barrios marginales es ahora de unos 828 millones, superior a los 657 millones que había en 1990 y a los 767 millones de 2000. Ante ello, en dicho informe, se exhorta a redoblar los esfuerzos para mejorar la calidad de vida de la creciente cantidad de pobladores urbanos pobres en ciudades y metrópolis de los países en vías de desarrollo* ^[14].

La importancia de la vivienda entonces, radica en las repercusiones sociales que tiene, pero también en el hecho de que son un reflejo del marco jurídico establecido en la sociedad, la organización política y económica de las ciudades, así como de la cultura y comprensión del entorno natural. Por ello, el diseño de la vivienda depende tanto de la ubicación geográfica, del clima y de la localización en terrenos seguros, como de los factores socio-culturales. Aunque una función primordial de la vivienda es proteger a las personas de la lluvia, del calor, del frío y minimizar el riesgo de morir frente a los desastres de la naturaleza, tales como inundaciones, deslizamientos y temblores ^[15], también es el espacio donde se vive la cotidianidad y se realizan las interacciones sociales elementales.

En este sentido, la política pública en materia de vivienda requiere, por una parte, asumir un sustento teórico multidimensional de la ciudad (espacio institucional, cultural, económico, histórico, ambiental, lúdico, etc.); mientras que por otra, integrar en su diseño y ejecución los elementos estipulados dentro de los Planes de Ordenamiento Territorial en relación con los usos del suelo y las especificaciones de construcción prescritas por la legislación vigente, buscando una consonancia entre ambos niveles. Ello favorecerá la generación de lazos más fuertes

entre el espacio micro (vivienda) y el espacio macro (ciudad), donde se encuentran parte de las instituciones relevantes requeridas para su funcionamiento ^[13].

Entre de las condiciones básicas de habitabilidad en donde confluyen las características del espacio micro y el espacio macro se encuentran: servicios públicos domiciliarios, espacio habitacional mínimo, estabilidad de las estructuras, calidad de la construcción y accesibilidad, higiene (para la salud física y mental de los habitantes), privacidad, comodidad y protección ^[16]. Ante estos requerimientos, hablar de vivienda digna significa tomar en cuenta, que entre las condiciones mínimas tendría que encontrarse la seguridad jurídica de la tenencia, la disponibilidad y proximidad de servicios, la sustentabilidad de los gastos, la habitabilidad, la ubicación y la adecuación cultural; ya que no es posible referirse a la vivienda simplemente como un espacio físico, cuando en ella sucede el entramado de la vida.

Tal como la OPS ^[15] ha mencionado: *La vivienda saludable es el espacio físico donde seres humanos transcurren la mayor parte de su vida; este espacio, por sus características y especificaciones, brinda condiciones para prácticas saludables de sus moradores, previniendo o reduciendo los riesgos que generan problemas de salud.* En estos requerimientos es donde habrá que poner atención, ya que aún cumpliendo la normatividad correspondiente, el diseño de las viviendas no necesariamente correspondería a las condiciones de vida saludable para sus moradores.

Por lo tanto, cuando se hace referencia a la vivienda, se reconoce que es un objeto material inserto en las dinámicas de producción y consumo, donde se manifiestan desde la ética social, las costumbres, los gustos y preferencias, hasta las aspiraciones sociales y el orden constituido. De modo que la vivienda no sólo es una demanda social, sino que además es un elemento ideológico donde confluyen las contradicciones económicas y políticas presentes en un momento histórico determinado.

Con lo antes expuesto, es posible afirmar que la política de vivienda y hábitat, tiene que ser concebida como un componente para la actividad económica y para la implementación de criterios de sostenibilidad ambiental, el cual conlleva repercusiones directas sobre la calidad de

vida de las personas. De este modo, aunque la política de vivienda tenga una orientación predominantemente social, en nuestro tiempo, resulta un reflejo palpable de los procesos de inequidad, de exclusión y de desintegración social; no deja de tener efectos sobre la política económica y ambiental.

Desde esta perspectiva, el papel del Estado y sus políticas habitacionales, resultan clave para la atención de los aspectos relacionados con la vivienda, puesto que existen decisiones que no dependen de las familias, tales como las cuestiones de urbanismo, servicios, equipamientos y más aún, la promoción de la educación ambiental formal y la capacitación para la gestión a favor de la mejora de la vivienda ^[17]. Sin embargo, se reconoce que existen estrategias vecinales que son realizadas con la finalidad de disminuir la inseguridad, de gestionar servicios y favorecer el mantenimiento de parques y espacios recreativos comunes, así como realizar acciones individuales o familiares para el acondicionamiento de la vivienda, tales como el mantenimiento de espacios verdes ^[18].

En algunos casos, las políticas en materia de vivienda, han propiciado la disminución de la dotación de las áreas verdes, buscando sobre todo, fines lucrativos a través de la ocupación total del suelo disponible. De este modo, con el máximo *aprovechamiento* de la superficie, la conservación de espacios libres tales como parques y jardines (privados o públicos), donde la vegetación y fauna nativa puedan sobrevivir, resulta una empresa casi imposible ^[10].

Uno de los retos para la elaboración de políticas públicas al respecto, consiste en lograr el equilibrio entre el desarrollo urbano y la demanda de vivienda, de modo que se logre el mayor confort de los habitantes con el menor gasto energético, mediante la implementación de tecnologías alternativas; pero también, a través del diseño integral de los espacios y la construcción de la vivienda de acuerdo tanto a los requerimientos socio-culturales como a las características del entorno.

Calidad de vida y calidad ambiental

La calidad de vida resulta de la conjunción entre las políticas públicas, los ambientes naturales y construidos, así como las decisiones perso-

nales y comunitarias. En este sentido, la relevancia de dicho concepto radica en el carácter integrador de los diversos aspectos de la vida (incluyendo la interacción con el entorno), así como en la presencia constante dentro del discurso político y en las demandas ciudadanas que se manifiestan a través de los medios de comunicación masiva. Por ello, en este texto, se retoma el contenido teórico del término de calidad de vida, así como la influencia que tiene en el ordenamiento del territorio y la planeación urbana, donde se plasma la importancia otorgada por dichos instrumentos a la calidad ambiental, con sus claras repercusiones sobre la vida humana.

La noción de calidad de vida surge de la idea aristotélica que proponía que la acción social fuera concertada para satisfacer las necesidades colectivas, a través del establecimiento de la función del ser humano y de la profundización en el sentido de la actividad ^[19]. Sin embargo, el concepto como tal, aparece en la década de 1970, a raíz de la preocupación por entender y explicar el incremento de las patologías sociales en los países desarrollados (pérdida de sentido de vida, suicidios, violencia, drogadicción, etc.), a pesar de los elevados niveles de bienestar (*welfare*). La creciente insatisfacción en las sociedades de la abundancia y del consumo, condujo a cuestionar la idea de que la felicidad se encontraba en lo material y a reconocer la importancia de otros aspectos de la vida ^[20].

El concepto de calidad de vida incluye la capacidad que los individuos tienen para conducir sus vidas; lo cual requiere de una descripción densa, minuciosa y compleja con respecto a lo que las personas pueden ser y hacer. De ahí que para estudiar la calidad de vida, sea indispensable referirse no sólo a los aspectos materiales, sino dirigir la atención hacia lo que subjetivamente es valorado por los individuos. Nussbaum y Sen ^[21], incluyen en dicho concepto quehaceres y seres más complejos, como el propio respeto, la preservación de la dignidad humana y el tomar parte de la vida de la comunidad. Desde esta perspectiva, la calidad de vida no está dada sólo en relación a lo que la persona logra, sino también a las opciones entre las que tuvo la oportunidad de elegir ^[20].

En este sentido, la calidad de vida no puede definirse como un estado, sino más bien como un proceso donde las personas se convierten en

agentes de su propia vida, por lo que es posible entender dicho concepto como la disponibilidad de recursos y actividades que las personas tienen, para sacar adelante un programa de vida más allá de la mera razón de supervivencia; es decir, del sentido instrumental del trabajo y las actividades cotidianas como medio de subsistencia. La clave de la calidad de vida se encuentra, entonces, en la capacidad de control de las propias condiciones en que se vive; es decir, en la posibilidad de decidir cómo, dónde, y por qué se vive como se vive ^[22].

Desde la perspectiva territorial, la calidad de vida se relaciona con la capacidad de apropiación del espacio donde confluyen lo afectivo, lo cognitivo y lo funcional. Se puede decir que dicha apropiación no significa únicamente el reconocimiento del lugar, sino más bien, implica establecer una relación con el espacio, integrándolo a las vivencias propias. Es enraizarse, dejar en él la huella propia y convertirse en actor de su propia transformación. Por lo tanto, se puede afirmar que la apropiación del espacio, es el requisito indispensable para que los actores sociales puedan realizar el discurso y las acciones correspondientes tanto a la calidad de vida como a la calidad ambiental.

En trabajos desarrollados por Rueda ^[1], se constata cómo los porcentajes de satisfacción más altos, aparecen precisamente cuando las personas tienen un nivel de apropiación más elevado. Desde esta perspectiva, la participación ciudadana en los procesos de gobernabilidad ambiental, es una herramienta para la consecución de la calidad de vida, que trae consigo expectativas del desarrollo cultural y económico de las sociedades en donde se compromete la tecnología y los recursos naturales.

En este sentido, los planes y programas de ordenamiento territorial, tienen que concordar con la calidad de vida y la sustentabilidad, lo cual implica el manejo de metodologías que permitan la transformación de sistemas y estructuras territoriales que garanticen la repercusión de las decisiones en torno al territorio, así como la mejora de la calidad de vida de la población. Por lo tanto, un reto es desarrollar habilidades y capacidades para organizar procesos operativos idóneos, con estrategias que favorezcan a la participación social y den como resultado acciones benéficas para una sociedad determinada y su entorno.

La calidad ambiental presente en un espacio determinado es un factor primordial para la consecución de la calidad de vida, desde la valoración tanto aspectos objetivos como subjetivos. Por ejemplo, el hecho de colocarse debajo de un árbol, permite experimentar una mayor o menor sensación de comodidad, lo cual dependerá de manera objetiva, del desarrollo alcanzado por las hojas, el radio de copa, el patrón de ramificación y el follaje, que se traduce en una modificación de las condiciones térmicas, de humedad y de viento, siendo percibida por las personas a través de la piel como una sensación térmica agradable, manifestado como un efecto de pérdida o ganancia de calor provocado por el mecanismo fisiológico de reacción a los cambios del ambiente externo. Sin embargo, en la percepción de la sensación térmica están presentes no sólo los aspectos fisiológicos, sino que además, se manifiesta una relación entre dichos aspectos con lo psicológico y con el comportamiento humano [23].

Al mismo tiempo, la ubicación de espacios verdes en las construcciones, tiene efectos favorables en el funcionamiento neurológico, ya que la cobertura vegetal permite reducir la exposición potencial a productos químicos que se encuentran en la atmósfera tales como arsénico y plomo. Por otra parte, se reporta que pacientes convalecientes en hospitales se recuperan con mayor rapidez cuando sus habitaciones tienen vista hacia los árboles y escenarios al aire libre. Por lo tanto, la gestión de espacios verdes con población arbórea, en construcciones, se ha considerado como una estrategia de mitigación ante la contaminación atmosférica [8; 24].

Finalmente, es en el espacio apropiado donde se determina la calidad ambiental, que tiene relación tanto con las fuentes de contaminación presentes en una localidad determinada, como con las medidas de mitigación, conservación y restauración, que favorecen el equilibrio entre el entorno natural y los entornos construidos. Dicho lo anterior, es posible afirmar que la calidad ambiental afecta a la calidad de vida [25], tanto en términos objetivos (exposición a contaminantes o a desastres naturales, disminución de flora y fauna, etc.); como subjetivos, en la medida que el entorno es o no una opción elegida por la ciuda-

daña, ya que, en muchos casos, las condiciones del espacio habitable resultan de una imposición abrupta del “desarrollo” económico o social determinado por la cúpula de poder, desde una posición privilegiada, que poco conoce de la realidad en que viven quienes son afectados por sus decisiones.

En cuanto a las tendencias encontradas en la construcción de la noción de calidad de vida (que incluye a la calidad ambiental), en este apartado se han presentado tres pares antagónicos que con una variedad de matices, dan dirección a la comprensión de la realidad: a) entre lo local y lo universal; b) entre lo individual y lo colectivo; y c) entre lo subjetivo y lo objetivo ^[26]. El reconocimiento de estas tendencias en el análisis de la calidad de vida, permite realizar una comprensión más detallada de los diversos aspectos que se incluyen en su valoración. Del mismo modo, facilita el estudio de las repercusiones que tiene la calidad de vida en la toma de decisiones referidas a los entornos naturales y/o construidos.

Una propuesta para el análisis de la noción de calidad de vida que incluye a la calidad ambiental de manera explícita, es la presentada por Alguacil ^[27], la cual contiene tres dimensiones: 1) La calidad ambiental que toma en cuenta la escala, y comprende el espacio habitacional (vivienda), residencial (local, barrio) y el espacio urbano y territorial (metrópoli, planeta); 2) El bienestar, que considera las condiciones objetivadas tales como producción-reproducción (empleo y trabajo doméstico) y educación (aprendizaje y formación); 3) La identidad cultural que comprende los vínculos e interacciones sociales determinados por la participación y apropiación, el tiempo disponible, así como por las relaciones y redes sociales. Estos aspectos tendrían que ser considerados en la valoración de los espacios verdes, tanto en las ciudades como en las viviendas, desde el ámbito de público y privado.

Áreas verdes y servicios ambientales, sociales y económicos

En las grandes ciudades del mundo, se habla hoy no sólo de los bosques urbanos, parques ecológicos, y espacios verdes; sino de la naturalización de las áreas verdes urbanas ^[28]. De este modo, se reconoce la presencia de la naturaleza en

medio de los procesos urbanizadores, así como las condiciones y transformaciones que se asocian a ella, haciendo de la gestión, una necesidad primordial. Sin embargo, antes de realizar un acercamiento al tema de la gestión, en el desarrollo de este capítulo, se pretende subrayar la importancia que tienen las áreas verdes dentro de las ciudades, a partir los servicios que brindan a la comunidad.

En primer lugar, es necesario reconocer que muchos espacios verdes son lugares abiertos estratégicos dentro de la ciudad, entre los que se incluyen parques, cementerios, jardines, espacios abiertos privados, áreas residuales de industrias, canteras y escombreras, espacios verdes de instituciones públicas y de centros educativos, lotes no construidos y no manejados, carrileras abandonadas, retiros y taludes de autopistas y caminos, retiros y rondas de quebradas o del sistema hídrico, áreas complementarias del sistema vial, humedales y áreas agrícolas o forestales de borde o de periferia ^[28].

Además, algunas ciudades cuentan con áreas naturales protegidas que se encuentran bajo algún régimen de conservación, las cuales, debido a la presión de la población circundante, presentan problemáticas tales como la contaminación de ríos por uso de agroquímicos, pérdida de biodiversidad debido a los cambios en el entorno natural, extracción de leña, acumulación de residuos sólidos, descargas de aguas residuales, incendios forestales, etc.

Aunque dichos espacios reciben de la población (en la mayoría de los casos) una presión negativa; su presencia resulta benéfica para las ciudades, ya que permiten el mantenimiento de los ciclos tróficos, la mitigación del deterioro del suelo (Binford and Buchenak, 1993 en Farjadi y Taheri ^[29]) y la disminución de los riesgos ambientales. Además generan microclimas que logran mitigar los efectos de las islas de calor en las ciudades donde se presentan altas concentraciones de partículas, gases contaminantes y aerosoles en la atmósfera; teniendo repercusiones no sólo sobre la temperatura, sino también en los vientos y la pluviosidad ^[8; 23].

Cabe decir que, el problema ambiental global tiene una conexión directa con los patrones de consumo de las ciudades del mundo desa-

rrollado, lo que conlleva a requerimientos de recursos y generación exacerbada de residuos ^[1]. Ante ello, la búsqueda de soluciones tiene que visualizarse de manera compleja, presentando al mismo tiempo una gestión adecuada de espacios verdes y un conjunto de estrategias para la mitigación de la contaminación y manejo de residuos en las ciudades.

A continuación se hace la reflexión sobre algunos servicios que brindan las áreas verdes, así como aspectos que tendrían que ser valorados en la construcción de viviendas sustentables, ya que las especies vegetales tienen una especial incidencia en la calidad de vida urbana, aun cuando en algunas ocasiones, no hayan sido consideradas al momento de planificar el desarrollo de las mismas.

Servicios ambientales

Para fines de estudio, se hará referencia únicamente a los servicios ambientales vinculados a los espacios verdes que favorecen a la calidad de vida de los habitantes de las urbes. Sin duda, la calidad ambiental de las ciudades depende en buena medida de la frondosidad de sus parques, plazas y alamedas, puesto que los árboles nos protegen de los rayos solares, tamizan la luz intensa y embellecen el espacio pero sobre todo, tienen una función de regulación bioclimática que favorece la humedad del aire al absorber el agua por sus raíces y restituirla por evapotranspiración ^[30]. En este sentido, se señalan los efectos benéficos de los árboles tienen que ver con la radiación solar que, por medio de la sombra, se ve disminuida; y aunque cualquier tipo de vegetación es capaz de absorber calor y, en esa medida, controlar la temperatura, particularmente los árboles producen efectos importantes en la temperatura del aire bajo sus copas, reduciendo las máximas y aumentando las mínimas (Figura 1). Cabe anotar que la regulación bioclimática logra reducir el gasto energético requerido para la calefacción y la refrigeración (Mc Peterson *et al.*, 1994; en De Frutos y Esteban ^[24]).

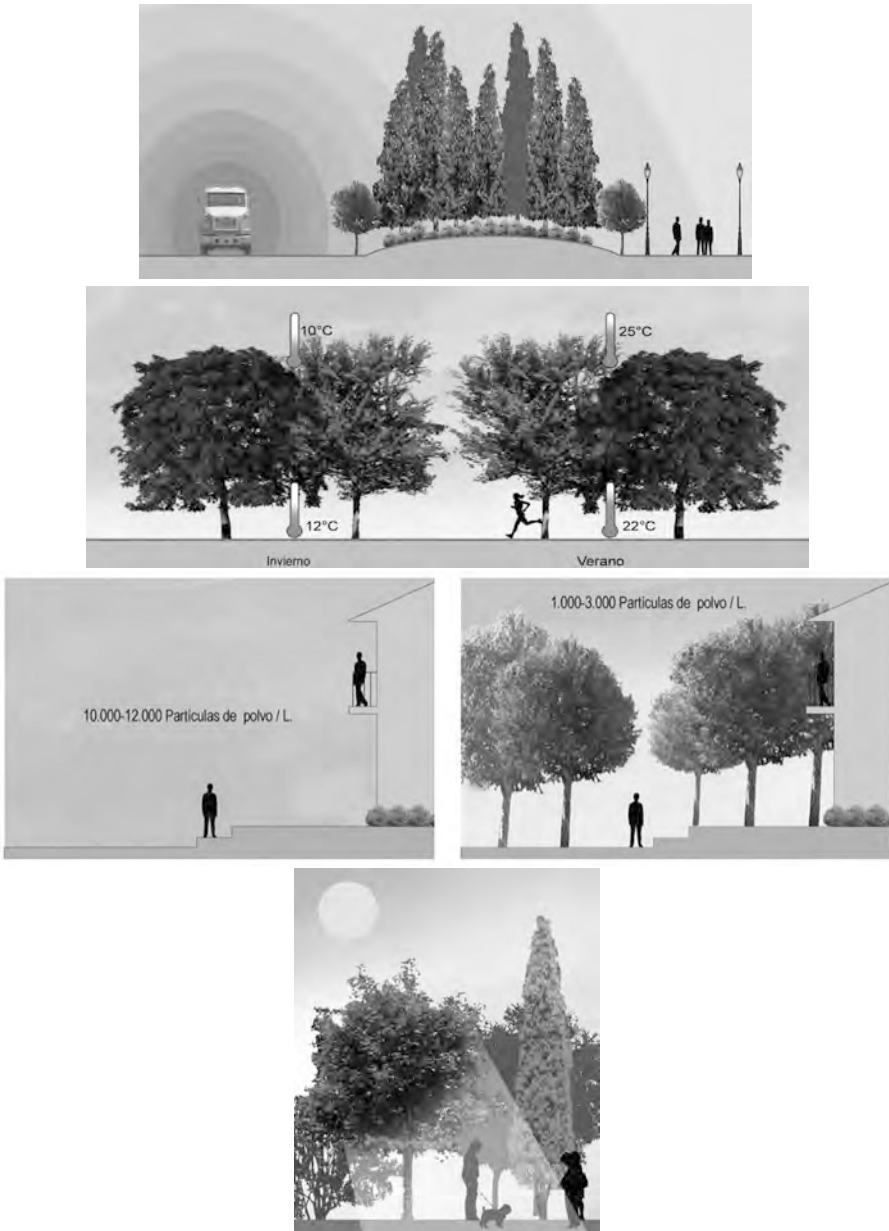


Figura 1. Efectos positivos de la cobertura vegetal en las ciudades (Antoni Falcón, 2007; en Da Cunha ^[31]).

Con relación al sonido originado por personas y por efectos mecánicos, se destaca la función atenuadora de las masas vegetales; las cuales, a su vez, generan un sonido natural que resulta relajante para la mayoría de las personas [32]. Por otra parte, el follaje de los árboles actúa como un sistema de contención de partículas suspendidas en el ambiente (humo y polvo); con lo que se logra disminuir los niveles de contaminación urbana. Además, la vegetación absorbe gases tóxicos (CO , CO_2 , SO_2 , NO_2 , O_3), especialmente aquellos provenientes de los vehículos [29; 24; 33; 34].

En la toma de decisiones en torno a las propuestas de arborización, se tiene que considerar al medio físico: el clima (temperatura, vientos, humedad), la geología y geomorfología, la edafología, la hidrología, vegetación y fauna presente en el área, así como los procesos y riesgos [2], ya que de dichas condiciones dependen en gran medida la posibilidad de adaptación de las especies.

Del mismo modo, el diseño de áreas verdes, incluye las funciones de la vegetación, que permiten el mejoramiento de la calidad ambiental de un sitio. Las características morfológicas de las plantas, tales como forma, altura o densidad del follaje, tienen que observarse para ser utilizadas en el diseño de construcciones, con la finalidad de dirigir las circulaciones, ocultar vistas o servir como barreras físicas. Por otro lado, resulta relevante la valoración de la vegetación en la conformación de espacios hedónicos, dadas sus cualidades estéticas como son el color, la fragancia, la textura, etc. [35].

Algunos estudios no se refieren únicamente a las características intrínsecas de la planta o a su relación con el entorno natural, sino que hacen referencia a lo que se denomina, arquitectura de la planta, término que implica la determinación de la influencia que tiene ésta en la creación de las condiciones de confort debajo del árbol. En este ámbito se han clasificado a las especies de acuerdo a los patrones de ramificación (dicotómico, monopódico, simpódico, combinado); y a los modelos de follaje (umbeliforme, piramidal, redondo o globoso, columnar, irregular, colgante) [23].

La decisión en torno a las especies que serán utilizadas en los procesos de arborización de las ciudades y de los espacios contiguos a las viviendas, requiere de especial atención; ya que como se reporta

para algunas ciudades, las especies tales como el ficus *Ficus benjamina* y el flamboyán *Delonix regia*, han demostrado su inoperancia en espacios urbanos, debido a que sus raíces obstruyen y dañan las redes de acueducto y alcantarillado de calles y avenidas; costos asumidos por la administración pública y los particulares. Del mismo modo, el tulipán africano *Spathodea campanulata*, ha sido reportado por la UICN (Unión Mundial para la Naturaleza) como una de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo [36].

Los procesos de arborización se relacionan también con aspectos económicos y sociales, puesto que algunas veces las especies introducidas resultan un buen negocio, cuando la *moda* hace que los tomadores de decisiones las incluyan dentro de sus proyectos; sin embargo, ello no necesariamente contribuye al fortalecimiento de la Estructura Ecológica Principal, a diferencia de las especies nativas que por lo general, producen el alimento para la fauna del lugar, favoreciendo a la cadena trófica [37].

Aunque son numerosos los beneficios que se encuentran en los espacios verdes de las ciudades, el manejo del arbolado se debe regir por criterios técnicos y de planeación que permitan el manejo adecuado, disposición y conservación, en la búsqueda del mejoramiento ambiental de las ciudades. Para lograrlo, es preciso realizar un inventario y diagnóstico de la masa arbórea de la ciudad, identificando los daños en vías, aceras, fachadas y techos; interferencias en los cableados de electricidad, televisión y teléfono; árboles desestabilizados por podas severas con daños en las raíces, y árboles grandes y antiguos, entre otros.

Lo anterior, es de suma importancia no por el diagnóstico en sí mismo, sino porque permite reconocer la situación actual y los errores en el manejo de la arborización. Ello con la finalidad de que las acciones futuras incidan en la minimización de efectos adversos y se contribuya a contrarrestar los problemas ambientales de imagen y de paisaje, que mediante la adecuada arborización pueden ser revertidos.

Además de las estrategias de arborización, existen diversas propuestas para mejorar los ecosistemas de las ciudades. Algunas de ellas consisten en la restauración de la conectividad estructural y funcional por medio de corredores biológicos creados mediante grandes arbole-

das en torno a ejes viales, rondas hídricas, senderos peatonales, áreas verdes y parques.

Para esta restauración o rehabilitación de la conectividad, se sigue la sucesión vegetal de los ecosistemas mediante la plantación de especies nativas que favorecen al desarrollo de la fauna del lugar. Por otra parte, para mejorar la calidad ambiental mediante el uso de la vegetación, existen propuestas de implementación de un proceso terciario de depuración en estanques de sedimentación a través de determinadas especies de plantas acuáticas. Dichos estanques pueden ser integrados en el sistema de zonas verdes por medio de la creación de lagunas y humedales, los cuales además de tener una función correctiva, resultan ser estrategias de mitigación ante el riesgo por inundaciones, debido al incremento de la superficie permeable disponible, reduciendo las tasas de velocidad de las corrientes y los daños a edificios y asentamientos humanos [38; 24].

Los ecosistemas generan un impacto sustancial en la calidad de vida urbana y deben ser abordados en la planificación del uso del suelo [39]; por lo cual, se requiere del acercamiento a la problemática ambiental, desde una perspectiva ecosistémica que favorezca la comprensión de la circulación, del intercambio y de la transformación de los recursos que pasan por la ciudad. Con tal propósito, la cuestión ambiental tendrá que ser abordada en su complejidad desde un enfoque multidisciplinario. En este sentido, se tendrá que considerar a la composición de los espacios verdes en relación constante y dinámica con las características de las urbes [9; 29].

Servicios socioculturales

Las áreas verdes urbanas pueden comprenderse como espacios públicos lúdicos, que garantizan el equilibrio entre la vida individual de la ciudad y la vida colectiva. Ellas surgen como una manifestación de las culturas así como de las políticas públicas locales, donde se entretienen las relaciones sociales y las expresiones de la comunidad, en medio de diversos ecosistemas y estructuras arquitectónicas, que emergen dando testimonio de la historia del sitio. Sin embargo, los espacios verdes

también pueden ser asociados a aspectos valorados por las personas como negativos, por ejemplo la inseguridad (robos, violencia, etc.), la presencia de animales que generan algún daño al ser humano ^[26], así como a la hojarasca y los residuos orgánicos, que desde la perspectiva de algunos ciudadanos, restan belleza al entorno.

Las áreas verdes además de ser lugares de esparcimiento, son espacios de encuentro, donde las personas se reconocen entre sí y construyen su identidad, espacio que abre al ser humano a la posibilidad para la interacción consigo mismo, con los otros y con el entorno. Desde esta experiencia surge de manera informal, la educación ambiental, como una forma espontánea para el desarrollo de actitudes frente a la naturaleza y a los animales ^[40]. En los espacios verdes, los niños y jóvenes, aprenden a interactuar con otras culturas, insertándose en procesos de inclusión/exclusión social ^[41]. Del mismo modo, es importante considerar dichos espacios como sitios para realizar actividades físicas que tendrán repercusiones en la salud de los ciudadanos ^[42; 43].

Es posible afirmar que las áreas verdes en las ciudades, conllevan no sólo beneficios sociales, sino también psicológicos, los cuales van de la mano con el uso activo del sitio y con la accesibilidad; estando ésta última diferenciada de acuerdo al tipo de espacio al que no se haga referencia; ya que mientras que en los espacios públicos se logra la interacción social incluyente, los espacios privados brindan la sensación de seguridad ^[25]. Al respecto, en estudios realizados en Inglaterra, se reporta que el contar con una vista verde por las ventanas, se incrementa la satisfacción en el trabajo, reduciendo el estrés ^[44].

Por tal motivo, el diseño de áreas verdes tendrá que incluir la mejora física de los espacios públicos, con el equipamiento adecuado a las demandas ciudadanas, la mejora de la accesibilidad y habitabilidad o la rehabilitación de edificios, con la finalidad de lograr una mayor cohesión e integración social, para el fomento de la sostenibilidad. En otras palabras, en la planeación del espacio integral, hay que subrayar la existencia de interacciones entre los ciudadanos, el medio físico, la organización social y política, y la tecnología ^[2; 45].

En algunos casos, los espacios verdes urbanos se encuentran sometidos por la indiscutible presencia de una politización, que detrás de sí

contiene un creciente ecopoder, oportunismos y ecocracias, que buscan obtener beneficio mediante el discurso ambiental, sin que el entorno naturalizado, sea una prioridad en la cotidianeidad de su vida. Por lo tanto, una propuesta de plan o programa, no puede surgir de manera unilateral, de un gabinete de especialistas que suponen asumir el punto de vista del ciudadano, sino que nace de las acciones concertadas que realizan las personas beneficiarias de dichos espacios sobre el medio ambiente, sobre el paisaje natural y sobre la transformación del territorio ^[41], avanzando hacia un modelo de espacio público de calidad ambiental, humana, estética y convivencial ^[46].

Las áreas verdes, desde la perspectiva sociocultural, pueden ser vistas como espacios donde se facilita o no la gobernanza urbana, ya que su gestión depende del nivel de organización que tengan las sociedades (redes conformadas), las cuales pueden ser aprovechadas tanto para la innovación urbana, como para sostener los servicios del ecosistema ^[47].

Queda pendiente, en muchos casos, la inclusión de servicios diseñados de manera deliberada para la atención a grupos vulnerables: niños, adultos mayores, enfermos terminales, migrantes, personas con capacidades diferentes y necesidades especiales, niños en situación de calle, etc. ^[48].

Servicios económicos

La presentación de las ciudades como lugares nodales, las nuevas oportunidades de los territorios (argumento apoyado en reconversiones exitosas) y la prioridad al posicionamiento en las redes globales, han sido elementos clave para la política urbana, que utiliza la herramienta de la planeación estratégica, la cual le permite tanto la concertación entre las cúpulas políticas y económicas, como el proceso participativo. Dichas acciones se pueden plasmar en proyectos que resultan ser transformadores de la ciudad o, por el contrario, derivan en un cúmulo de buenas intenciones, que no tienen otra función que legitimar las prácticas del poder ^[3].

Las ciudades son espacios estratégicos para el desarrollo económico, por lo que es necesario conservar, restaurar y diseñar espacios comunes para el goce del ser humano, sin perder de vista la importancia que tiene

el hecho de que las áreas verdes sean consideradas desde su dimensión económica. Dicho de otro modo, para vencer las dificultades que se presentan en el espacio referido, es prioritario establecer un valor monetario a los beneficios que resultan de estas áreas, tales como aire limpio y uso recreativo. Del mismo modo, se puede analizar el valor que adquiere una vivienda cuando se encuentra vinculada a espacios verdes [49].

La valoración económica de dicho espacio, tomando en cuenta la accesibilidad y el flujo de visitantes a parques públicos, ha sido realizada en diversas investigaciones, vinculando la densidad poblacional y el área en cuestión; lo cual permite justificar desde la perspectiva económica y política, la conservación del entorno natural [50; 51; 52; 53; 54].

Asociados a la gestión de espacios verdes, surgen propuestas que plantean la necesidad de crear estrategias locales que permitan disminuir la presión sobre los recursos naturales, mediante acciones de conservación, así como de la implementación del reciclaje, con lo que se pretende conseguir productos de consumo sin el incremento del uso de la base natural [55]. En la actualidad, la comercialización de residuos sólidos susceptibles de reutilización y/o reciclaje, se ha convertido en un área de oportunidad para el sector económico; de tal forma que esta actividad, iniciada por las personas que buscaban en los basureros la forma de recuperar algunos productos que les permitieran la subsistencia, tiende a convertirse en una actividad laboral formal.

Por otra parte, se identifican estrategias de mitigación que pretenden equilibrar los costos de las reducciones de emisiones (asociados con la disminución de productividad), con los costos de la degradación del medio ambiente a través de la internalización de las externalidades. En la valoración de costos-beneficios de los espacios verdes urbanos, es importante incluir a las dinámicas de salud-enfermedad, de prevención de riesgos y de paisaje.

Diseño de áreas verdes y funcionalidad

El reconocimiento colectivo de la importancia de las áreas verdes en la planificación urbana se basa en los beneficios sociales y ambientales que dichos espacios proporcionan. Aunque se requiere, sobre todo en

nuestros tiempos, incluir a la valoración económica, la cual resulta ser una *palanca* para la gestión.

Uno de los retos que existen al diseñar propuestas para la gestión de espacios verdes, son las diferentes formas de entender a la naturaleza. Ya que, por una parte, se encuentra a quienes asumen que dicho término excluye los parques manejados y los jardines; mientras que por otro lado, se sitúan aquellos que ven a la naturaleza urbana en el gradiente que va desde lo prístino hasta lo cultivado. En el primer caso se manifiesta la dicotomía entre ciudad-naturaleza, mientras que en el otro extremo, se considera que todo el verde urbano es *natural* [28]. Ante ello, en una posición menos extrema, se podría decir que dentro de los espacios verdes urbanos estarían incluidas las áreas naturalizadas existentes en las ciudades y a las áreas verdes que tienen un manejo determinado.

Por tanto, al referirnos a las áreas verdes, es indispensable distinguir la diversidad en la estructura y funcionamiento de dichos espacios, ya que se incluyen desde las áreas naturales (algunas dentro de un régimen de protección); los espacios con cobertura vegetal en terrenos privados (susceptibles de algún incentivo dados los servicios ambientales que proporciona a la comunidad); los parques recreativos, alamedas, jardines, que cuentan con áreas verdes dentro del espacios públicos, y los espacios públicos o privados que debido a sus dimensiones pueden sostener únicamente vegetación pequeña. El reconocimiento de la diversidad de espacios verdes nos lleva a plantear la necesidad de diseños específicos, que incluyan los requerimientos técnicos que deliberadamente favorezcan la prestación de servicios ambientales.

Una vez identificado el espacio referido, se presentan algunos aspectos que requieren ser tomados en cuenta, tanto en la justificación de un proyecto verde, como en la viabilidad y en el impacto que se espera de dichos espacios sobre la calidad de vida urbana.

Por ejemplo, la Agencia Europea de Medio Ambiente propone que uno de los indicadores a evaluar en diseño de áreas verdes, sea la accesibilidad a dichas zonas y la proximidad a las zonas urbanas, para lo cual se identifica al *porcentaje de personas que tienen a 15 minutos caminando una zona verde urbana útil*. Mientras tanto en el Reino Unido, la Agencia Inglesa de la Naturaleza indica que todas las personas deben contar

con el espacio verde más cercano, a no más de 300 m. Sin embargo, un estudio de caso realizado en la ciudad de Sheffield, Inglaterra; reporta que el 64% de los hogares no cumplen con dicha disposición ^[52].

Por otra parte, se determina la relación de áreas verdes por habitante, para lo cual la ONU recomienda 16 m² de Áreas Verdes por habitante, mientras que la OMS propone un mínimo de 9 m² de área verde por habitante, distribuidos equitativamente en relación a la densidad de población y por tanto, de edificación. Esta norma permite una mejor vida para los ciudadanos, ya que estos espacios favorecen al esparcimiento y recreación. Por su parte, los estándares españoles señalan un óptimo de 13 m² por habitante (Hernández, 1996; en Bascuñán *et al.* ^[49]). Aunque las propuestas varían entre sí, es mayor la distancia que existe con la realidad vivida en América Latina, donde se reportan para la ciudad de Santiago de Chile una relación de 4.2 m² de área verde por habitante (Gámez, 2005; en Bascuñán *et al.* ^[49]).

Otro aspecto que se integra a la valoración económica de las áreas verdes, es la cercanía de la población, elemento incluido en la accesibilidad. Por ejemplo, estudios realizados en ciudades de África del Sur, donde la distribución poblacional ha estado marcada por las diferencias raciales provocadas en el pasado por el apartheid, se menciona que si bien el tamaño de las áreas verdes en los diversos estratos es similar, la densidad poblacional marca notorias diferencias en la relación del área verde por habitante ^[53]. Por otra parte, cabe mencionar que las diferentes escalas (vecinal, barrio, colonia, ciudad) son importantes para la gestión de áreas verdes, si lo que se pretende es que a medida que aumente la densidad poblacional, dichos espacios sean también mayores ^[49].

Para el diseño, la ecología del paisaje constituye un referente técnico al considerar principios ecológicos, procesos y áreas clave de un sistema de espacios verdes. El reto es que la complejidad de estructura de las áreas verdes no demande gran cantidad de energía para su mantenimiento, puesto que resulta un problema cuando en el diseño se siguen únicamente objetivos estéticos, sin contemplar los principios ecológicos.

En este sentido, pero desde la perspectiva normativa, el Código de Edificación de Vivienda 2010 (CONAVI) ^[56], establece que en México, la superficie total del proyecto destinada a área verde, debe tener como mínimo 70% de cubierta vegetal; el resto se puede utilizar para infraestructura, equipamiento y mobiliario urbano. La distancia entre el entorno natural y el construido, debe garantizar la funcionalidad del espacio verde, así como la no interferencia con el desarrollo óptimo de los árboles, arbustos y herbáceas del proyecto. Una vez establecida el área verde se debe asegurar su conservación de las especies establecidas (respetando en lo posible a la vegetación preexistente), a través de un programa de mantenimiento.

Un proyecto destinado a un área verde tiene que contener: a) Inventario de árboles, arbustos, herbáceas y cubresuelos existentes, que incluya altura, diámetro de tronco, área que cubren, estado fitosanitario y requerimientos de poda, trasplante o derribo; b) Características de la infraestructura urbana y mobiliario urbano existente; c) Plano de diseño original del área verde (si existe); d) Planos de la distribución actual de la vegetación e infraestructura urbana y mobiliario urbano ^[56].

En lo que se refiere al programa de mantenimiento debe considerarse tanto la restitución de especies que no tienen las características mínimas de calidad, como el volumen de riego requerido para la hidratación de las plantas, las actividades de deshierbe, poda, fertilización, así como el control de plagas y enfermedad. En estos programas se tiene que considerar el derribo y restitución de individuos cuando ello se requiera y de acuerdo a la normatividad correspondientes. Por otra parte es necesario atender al mantenimiento y sustitución de la infraestructura urbana y mobiliario requerido, así como al sistema de manejo de residuos ^[56].

En cuanto al diseño de espacios verdes en las construcciones, se tiene que considerar la proporción de vegetación requerida en cada orientación, así como el tamaño y forma de las hojas y su perennidad durante el otoño (Figura 2) ^[57].

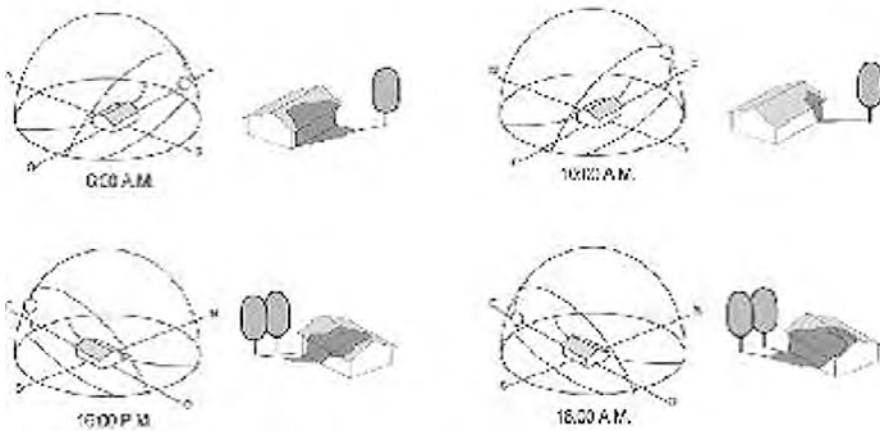


Figura 2. Recorrido solar y vegetación [57].

Gestión de áreas verdes y vivienda sustentable

La gestión ambiental urbana tiene la finalidad de mantener y preservar el ambiente urbano, y redefinir en el tiempo y en el espacio las relaciones entre los seres humanos y su ambiente, en especial con relación a los patrones de vida y consumo. Esta redefinición procura revertir los efectos de la degradación del suelo, del aire y agua producidos por los modelos de desarrollo urbano insostenibles que reiteran la exclusión y empeoran las condiciones y calidad de vida de los seres humanos que habitan las ciudades. Para ello, se requiere del conocimiento de las dinámicas del medio ambiente y en especial, de los espacios verdes urbanos [9].

Con estas premisas, la gestión de áreas verdes en el diseño de viviendas sustentables resulta imprescindible, puesto que permite considerar los espacios (tanto públicos como privados) para la generación de ambientes adecuados, que sean propicios para la convivencia humana, tomando en cuenta tanto aspectos estructurales como funcionales.

La gestión de áreas verdes incluye la noción de límite (generalmente difuso) al concebir los espacios, conectándose al mismo tiempo con nociones tales como distancia, continuidad, densidad, diversidad; observando lo que ocurre con las velocidades de desplazamiento de bienes, informaciones y con el crecimiento de las poblaciones. En este sentido,

es necesario cuestionar lo que sucede con los equipamientos colectivos y los servicios urbanos en una sociedad con costumbres y necesidades cada vez más variadas e individualizadas; y finalmente establecer estrategias que faciliten el funcionamiento de las ciudades para el bien de la colectividad en una sociedad cambiante y diversificada. En este proceso, la personalización de los servicios requiere de redes y sistemas técnicos más complejos que recurren de forma determinante a las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación ^[58].

Otro reto de la gestión de áreas verdes, resulta la categorización que se hace de ellas, ya que si bien, algunos autores señalan la funcionalidad urbanística (en relación con el uso social) de los espacios públicos como el criterio para la categorización; otros, enfatizan la localización geográfica o la morfología del verde, observando no sólo a las especies características, sino más bien, la asociación característica de las especies ^[28].

Por otra parte, la gestión de los estos espacios tanto para las ciudades como para las viviendas, tiene que tomar en cuenta la necesidad de prevenir de inundaciones ^[34; 59], deslaves, reducir el efecto de las islas de calor en las ciudades y la erosión del suelo, así como conservar la fauna y flora; a través de los espacios verdes. Del mismo modo, se tiene que considerar que las acciones se requieren tanto en los espacios específicos como en el sistema conectivo que representa la ciudad; no como una contraposición, sino como un conjunto de interacciones inherentes al mismo sistema.

Existen diversas estrategias que favorecen a la calidad de vida individual y colectiva, las cuales se incluyen en la gestión de espacios verdes. Algunas de ellas son:

1. La construcción *verde* y/o arquitectura bioclimática, que toma en cuenta, además de la creación de espacios verdes, el tema del ahorro y uso racional del agua en las edificaciones, así como la disminución del uso de equipos de enfriamiento que utilizan grandes cantidades de agua durante su funcionamiento.
2. La utilización de las aguas residuales tratadas en el mantenimiento de áreas verdes urbanas, que permite la reutilización del recurso y reduce su agotamiento.

3. Las características de la habitabilidad urbana, que tendrían que contemplar aspectos urbanos tales como la accesibilidad, movilidad, continuidad, permeabilidad, emplazamiento, espacio público; dotación uniforme de infraestructuras, de servicios, de mobiliario urbano, de espacios verdes, de equipamientos, de elementos de patrimonio simbólico cultural y la disponibilidad real de transporte público, entre otros.
4. La relación de áreas verdes con densidad poblacional, ya que si la normatividad correspondiente observara dicha premisa, cuando se quisiera un permiso para construcción, si no cumple con el requerimiento propuesto (por ejemplo, por la OMS) de 9 m² por habitante, se tendrían que construir o licitar nuevos parques ^[49].
5. Integrar un plan para la generación de estructura verde para el cuidado de la vegetación y la mejora del medio ambiente, en el cual los vecinos se encarguen del cuidado de dichas áreas, recibiendo, en lugar de multas o castigos por cortar o descuidar las áreas, premios por el cuidado de árboles y jardines en su predio o frente a él, por ejemplo, bonificables en el pago catastral ^[60].
6. Promover el diálogo interdisciplinario, interinstitucional y social, que permita la optimización de beneficios ecológicos y sociales que conduzcan a procesos de planeación del espacio abierto hacia objetivos de mayor funcionalidad ecológica del paisaje urbano ^[28].
7. Comparar el costo-beneficio de proyectos verdes contra el de proyectos convencionales, comprobando que es posible construir edificios verdes sin una inversión adicional y con beneficios antes inexistentes para los inversionistas, tales como el mayor valor comercial de los inmuebles; menores gastos de mantenimiento y operación durante toda la vida útil del edificio; incremento en precios de renta o venta; mayor atracción a corporativos de empresas transnacionales; mayor productividad de los empleados; y disminución del ausentismo por enfermedades respiratorias ^[61]. Este sigue siendo un reto para tecnólogos en energías *limpias*, gestores de áreas verdes, planificadores urbanos, industria de la construcción, investigadores en el área de materiales y medio ambiente, etc.

Finalmente, la gestión tiene que considerar que los proyectos ecológicos vienen de la mano con beneficios ambientales, sociales, económicos y políticos; ya que si un proyecto no tiene un impacto económico y político, es difícil que las decisiones de los grupos de poder, se encaminen hacia el cuidado ambiental, aun cuando se conozcan los riesgos que implica el hacer caso omiso de las señales de la naturaleza.

Por otro lado, no se posible construir la gobernabilidad urbana al margen de la participación de la ciudadanía. Por lo cual, los tomadores de decisiones, antes de diseñar y ejecutar las acciones públicas, tendrían que consultar con los habitantes, usuarios, vecinos, actores y expertos en diversas áreas, el proceso de toma de decisiones ^[58]. Un ejemplo de política pública de vivienda en México, es el programa Hipoteca Verde, lanzado por el INFONAVIT, mediante el cual se otorga a los derechohabientes un monto adicional para la compra de una vivienda ecológica. De acuerdo a las fuentes oficiales, durante el 2011 se dará un gran impulso a este esquema hipotecario, pues el Infonavit garantizará la disponibilidad de recursos para que todos los derechohabientes tengan acceso al sobrecrédito para Hipoteca Verde, reservando recursos por 3,069 millones de pesos. Estos proyectos, requieren de instrumentos de evaluación que tendrán que ser incluidos también en los procesos de gestión.

La elaboración de propuestas ha de tener en cuenta la complejidad de las situaciones de exclusión social y deben ser medidas de forma integral, no sólo atentos a la rehabilitación del espacio verde, sino que también a la promoción del desarrollo de la comunidad mediante iniciativas de dotación de nuevo equipamiento social y comunitario, de articulación de diversas actividades y de complementación de usos ^[2].

Para ello, es necesario continuar con la investigación en torno a modelos de diseño ecológico urbano en diversos contexto; entendiendo que, en la actualidad, las políticas urbanas no pueden ser simplemente de *oferta* masiva dirigida a grandes colectivos supuestamente homogéneos ^[3].

En este tiempo, marcado por el individualismo, la gestión de áreas verdes puede ser una estrategia que favorezca la comunicación y el sentido comunitario esencial para el desarrollo de las ciudades. Dentro del

diseño urbano se tendrá que valorar a las áreas comunes, que podrían favorecer al manejo de residuos y a la disminución de áreas construidas, así como facilitar el encuentro con otras personas en entornos saludables. Sin lugar a dudas, es necesario observar las diversas *experiencias verdes* que existen en todo el mundo, y realizar propuestas considerando nuestros entornos y culturas, a partir de las expectativas de las personas y de la capacidad de autogestión que finalmente convierte a los ciudadanos en constructores de su propia vida; sin que por ello se descarte la responsabilidad que tiene el Estado en la toma de decisiones para la gestión de espacios verdes en las viviendas y en las ciudades, coadyuvando a la conformación de la calidad de vida urbana.

Referencias

1. Rueda, S., 2007. *Libro verde de medio ambiente urbano. Tomo I*. Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible. Ministerio de Medio Ambiente-Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. España. 174 pp.
2. Echebarría, C. y Aguado, I., 2003. *La planificación urbana sostenible*. Zainak. Universidad del País Vasco. N° 24: 643-660.
3. Borja, J., 2007. Revolución y contrarrevolución en la ciudad global: las expectativas frustradas por la globalización de nuestras ciudades. En revista *Eure*. Santiago de Chile. Vol XXXIII, N° 100:35-50.
4. Gaja, F., 2006. *Urbanismo y sostenibilidad, ¿una contradicción en los términos?* I.T. N° 75: 28-33.
5. Hernández, S., 2008. *Introducción al urbanismo sustentable o nuevo urbanismo*. Espacios Públicos. Universidad Autónoma del Estado de México. Vol. II. N° 23: 298-307.
6. Emelianoff, C., 1997. Las ciudades sustentables. Emergencia de nuevas temporalidades en los viejos espacios urbanos. INE. En revista *Ecologie politique*, N° 13, primavera. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetitas/152/ciudades.html>
7. PNUMA, 2005. Reporte del día mundial del Medio Ambiente.
8. IWGCCCH, 2009. *The interagency working group on climate change and health. A Human Health Perspective on Climate Change. A Report outlining the research needs on the human health effects of climate change*. Published

- by Environmental Health Perspectives and the National Institute of Environmental Health Science. USA.
9. Davies, R. G., Barbosa, O., Fuller, R. A., Tratalos, J., Burke, N., Lewis, D., Warren, P. H., y Gaston, K. J., 2008. City-wide relationships between green space, urban land use and topography. En revista *Urban Ecosyst* 11: 269-289.
 10. Morales-García de Alba, E. R., 2009. *Planeación urbana municipal, áreas verdes y propiedad privada en Puebla, México*. Cuadernos de vivienda y urbanismo. Vol. 2. N° 4:252-276.
 11. López, N. E., 2010. La ciudad como espacio político sustentable. En revista *Quivera. Revista de estudios urbanos, regionales, territoriales, ambientales y sociales*. Universidad Autónoma del Estado de México. Año 12, N° 2010-1: 77-83.
 12. Ramírez, A. y Sánchez, J. M., 2009. Enfoques de desarrollo sostenible y urbanismo. En revista *Digital Universitaria*. Instituto Politécnico Nacional. México. Vol. 10. N° 7: 2-9.
 13. Jaramillo, J. y Hurtado, D., 2009. Derecho a la ciudad y derecho a la vivienda digna para las poblaciones desplazadas en Colombia. En revista digital *Red de Desplazamiento y Derecho*. Diciembre: 1-10.
 14. ONU, 2010. *Objetivos de desarrollo del milenio. Informe 2010*. Nueva York. 76 pp.
 15. OPS, 2009. *Hacia una vivienda sustentable: guía para el facilitador*. Perú. 88 pp.
 16. Ceballos, O. L., 2006. Política habitacional y calidad de vivienda. En revista *Bitácora Urbano Territorial*. Universidad Nacional de Colombia. Vol. 10. N°1:148-157.
 17. Lovera, A. 2007. El trípode de la política de vivienda y hábitat: política económica, social y ambiental. En *Revista venezolana de análisis de coyuntura*. Año/Vol. XIII. N° 2: 181-198.
 18. Barona, E. y Sánchez, F. 2005. *Características de la vivienda de interés básica, social y económica urbana en Puebla-México*. e-Gnosis [online]. UdeG. Vol. 3. Art. 13:1-19.
 19. Sen, A., 2002. Capacidad y Bienestar, en: Nussbaum, M y Sen, A. (comp). *La calidad de vida*. Fondo de Cultura Económica. México. D.F. pp. 54-83.

20. Palomino y López., 1999. Reflexiones sobre la calidad de vida y el desarrollo. Región y Sociedad. En revista de *El Colegio de Sonora*. Vol. XI, N° 17:171-185.
21. Nussbaum, M. y Sen, A., 2002. Introducción, en: Nussbaum, M. y Sen, A. comp. *La Calidad de Vida*. Fondo de cultura económica. México. pp. 15-23.
22. De Pablos, J. y L. Sánchez., 2002. Significación de la Calidad de Vida y Revitalización del Espacio Urbano: Un Estudio de Caso. En *Revista venezolana de sociología y antropología* 34: 415-446.
23. Jiménez, O. E., 2008. Índice de confort de la vegetación. En revista *Nodo*. N° 5. Vol. 3. Año 3: 49-70.
24. De Frutos, P. y Esteban, S., 2009. Estimación de los beneficios generados por los parques y jardines urbanos a través del método de valoración contingente. En revista *Urban Public Economics Review*, Universidad de Santiago de Compostela. España. N° 10: 13-51.
25. Shetke, S., 2010. *Socio-environmental impacts of settlement growth under conditions of fostered infill development: a methodological framework for a multicriteria assessment*. Inaugural-Dissertation. Erlangung des Grades, Doktor-Ingenieur. Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät. Institut für Geodäsie und Geoinformation. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität.
26. Ballinas, M. L., 2007. *Agua ibendita?: Significados de la calidad de vida en el Duraznal, SCLC, Chiapas*. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México. 177 pp.
27. Alguacil, J., 2000. *Calidad de vida y praxis urbana: nuevas iniciativas de gestión ciudadana en la periferia social de Madrid*. Centro de Investigaciones Sociológicas, Colección Monografías 179. Disponible en: http://www.cis.es/cis/opencms/ES/3_publicaciones/catalogo/ver.jsp?id=310.
28. Vélez, L. A., 2009. Del parque urbano al parque sostenible. Bases conceptuales y analíticas para la evaluación de la sustentabilidad de parques urbanos. En revista de *Geografía Norte Grande*. Pontificia Universidad Católica de Chile. N° 43: 31-49.
29. Faryadi, Sh. y Taheri, Sh., 2009. Interconnections of Urban Green Spaces and Environmental Quality of Tehran. En revista *International Journal Environ. Res.*, 3(2): 199-208.

30. Jáuregui, E. y Heres, M. E., 2008. *El clima/bioclima de un parque periurbano de la ciudad de México*. Investigaciones Geográficas. UNAM. México. N° 67: 101-112.
31. Da Cunha, M., 2008. *El verde urbano como un elemento estructurador para un desarrollo urbano sostenible*. Proyecto de Tesis. Master en Gestión y Valoración Urbana 2008-2009. Universidad Politécnica de Cataluña.
32. Irvine, K. N., Devine-Wright, P.m., Payne, S. R., Fuller, R. A., Painter, B. y Gaston, K. J., 2009. *Green space, soundscape and urban sustainability: an interdisciplinary, empirical study*. Local Environment. Vol. 14. N° 2: 155-172.
33. Durán, B. y Alzate, F., 2009. Intercepción de partículas suspendidas totales (PST) por cinco especies de árboles urbanos en el Valle de Aburrá. En revista *Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*. Colombia. N° 47: 59-66.
34. Hayakawa, I. F., 2010. Planeación urbana en Curitiba. Quivera. En *Revista de estudios urbanos, regionales, territoriales, ambientales y sociales*. Universidad Autónoma del Estado de México. Año 12, N° 2010-1: 52-69.
35. Peña, C. A., 1990. *Usos, funciones y características de las plantas en el diseño del paisaje. Funciones ecológicas*. Universidad Autónoma de Baja California. México. 232 pp.
36. Vargas Garzón, B. y Molina Prieto, M. F., 2010. Cinco árboles urbanos que causan daños severos en las ciudades. En revista *Nodo*. N° 9. Vol. 5. Año 5: 115-126.
37. Molina, L. F., 2007. Arborizaciones urbanas en clima cálido. En revista *Nodo*. N° 2. Vol. 1. Año 2: 13-24.
38. Remolina, F., 2006. Propuesta de tipología de corredores para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá. En revista *Nodo*. N° 1, Vol. 1, Año 1: 13-20.
39. Bolund, S. H., 1999. Ecosystem services in urban areas. En revista *Ecological Economics*. Volume 29, 2: 293-301.
40. Páramo, P. y Mejía, M. A., 2004. *Los parques urbanos como oportunidades para la interacción de los niños con los animales*. Revista latinoamericana de psicología. Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Bogotá, Colombia. Año/vol. 36. N° 1:73-84.

41. Seeland, K. & Simone, N., 2006. *Public green space and disabled users*. Urban Forestry and Urban Greening, Volume 5, Issue 1, 13: 29-34.
42. Moffat, A., 2010. *Benefits of green infrastructure*. Report to Defra and CLG. Fores Research, Farnham.
43. Edwards, P. y Tsouros, A. D., 2008. *A healthy city is an active city: a physical activity planning guide*. WHO Regional Office for Europe.
44. Setälä, H., 2009. *Ecosystem services and biodiversity in Europe, EASAC policy report*. N° 9, EASAC Secretariat, The Royal Society, London.
45. Rangel, M., 2005. *El equipamiento sociocultural en la Calidad Ambiental Urbana. Provincia*. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 13: 69-100.
46. Rueda, S., 2009. *Libro verde de medio ambiente urbano. Tomo II*. Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España. 183 pp.
47. Ernstson, H., van der Leeuw, S., Redman, Ch. L., Meffert, D. J., Davis, G., Alfsen, C. & Elmqvist, T., 2010. Urban transitions: On urban resilience and human dominated ecosystems. En revista *AMBIO: A Journal of the human environment*. Vol. 39 (8): 531-545.
48. Flores Xolocotzi, R. y González Guillén, M. J., 2007. *Consideraciones sociales en el diseño y planificación de parques urbanos*. *Economía, Sociedad y Territorio*. El Colegio Mexiquense, A.C. Año/Vol. VI. N° 24: 913-951.
49. Bascuñán, F., Walker, P. y Mastrantonio, J., 2007. *Modelo de cálculo de áreas verdes en la planificación urbana desde la densidad habitacional*. *Urbano*. Universidad del Bío Bío. Chile. Año/Vol. 10. N° 15: 97-101.
50. De Frutos, P., 2004. *Determinantes de las visitas a los parques y jardines urbanos: aplicación de un modelo de gravedad*. *Estudios de Economía Aplicada*. Asociación de Economía Aplicada. Madrid. España. 22 (2): 349-363.
51. Gándara, G., 2006. *Valoración económica de los servicios recreativos del parque ecológico Chipinque*. ITESM. Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública. Working Paper 4.
52. Barbosa, O., Tratalos, J. A., Armsworth, P. R., Davies, R. G., Fuller, R. A., Johnson, P. & Gaston, K. J., 2007. *Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK*. *Landscape and Urban Planning* 83: 187-195.

53. Mc Connachie, M. M. & Shackleton, Ch. M., 2010. Public green space inequality in small towns in South Africa. En revista *Habitat International*. Vol. 34, Issue 2: 244-248.
54. Tameko, A. M., Donfouet, H. P. & Sikod, F., 2011. The economic valuation of improved urban parks: a case study of Warda Park. En revista *Journal of sustainable Development*. Published by Canadian Center of Science and Education. Vol. 4. N° 1: 271-280.
55. Field, B. C. y Field, M. K., 2003. *Economía Ambiental*. Editorial McGraw Hill/Interamericana de España. 556 pp.
56. CONAVI, 2010. *Código de Edificación de Vivienda*. México.
57. Arias, S., 2009. Diseño sustentable de áreas verdes en las edificaciones. En: Del Toro Gaytán, M. R. *Edificación sustentable en Jalisco*. Secretaría del Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable. Gobierno de Jalisco. México. Pp. 234-253.
58. Ascher, F., 2004. *Los nuevos principios del Urbanismo*. Versión española. Alianza Editorial, S. A. de C. V. Madrid, España. 91 pp.
59. Ojeda, L. y Álvarez, G., 2000. *La reforestación en la ciudad de Tijuana, Baja California como un mecanismo de reducción de riesgos naturales*. Estudios Fronterizos. Universidad Autónoma de Baja California. Año/Vol. I. N° 2: 9-31.
60. Osorio, G., 2008. El nuevo rostro del urbanismo. En revista *Ciencia UANL*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Año/Vol. XI. N° 3: 291-293.
61. Morón, R. y Bátiz, A., 2009. Sistemas de calificación y certificación. En: Del Toro Gaytán, M. R. *Edificación sustentable en Jalisco*. Secretaría del Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable. Gobierno de Jalisco. México. Pp. 30-40.

Capítulo III. El cambio del paradigma del desarrollo actual, desde el diseño, construcción y uso de una vivienda

Moctezuma Xicoténcatl Sumuano Martínez

Raúl González Herrera

José Armando Velasco Herrera

Resumen

En el presente trabajo se pretende buscar la posibilidad de identificar los elementos que nos lleven a definir la sustentabilidad de la vivienda, más allá del enfoque puramente ambiental, energético o basado en los materiales empleados. Se camina en el marco de un enfoque integrador, que incluye aspecto del buen vivir de los moradores, precisando un cambio de paradigma del modelo de desarrollo urbano actual. ¿Será posible incentivar el cambio desde el diseño, construcción y uso de una vivienda en pro de la sustentabilidad?

Introducción

De la mano con la evolución del hombre en la Tierra y la colonización por parte de éste de diversos climas y ecosistemas, comenzando hace trescientos siglos, se expandió por África, y Eurasia, cruzando hace cien mil años, en seco el estrecho de Bering, llegando a Australia y Nueva Guinea hace cuarenta mil años y finalmente poblando las islas de la Polinesia algunos

miles de años antes de nuestra era ^[1]. En esta evolución transcurre desde los hábitos nómadas hasta el sedentarismo, último que da origen a espacios que se fueron convirtiendo en viviendas, mismas que en ese entonces se mimetizaban con el entorno y coexistían en la naturaleza sin grandes trastornos. La vivienda ha experimentado una evolución desde la prehistoria hasta la conformación de las urbes, es importante mencionar que el desarrollo de ellas, está ligado directamente con el abasto de alimentos y agua, por lo que las primeras ciudades son de origen agrícola, asentadas a la orilla de grandes ríos. Posteriormente las demandas de servicios sanitarios y energía ha profundizado la necesidad de urbanización de los pueblos.

Las ciudades modernas son una síntesis espacial de un número de diferentes funciones sociales que de algún modo deben ser integradas completamente. Es posible afirmar que si bien las ciudades constituyen un ambiente creado completamente para la forma humana, se caracterizan por tener funciones ecológicas paralelas a las encontradas en los ecosistemas naturales. En términos de energía, por ejemplo, la ciudad depende de la energía exterior como lo es cualquier población natural de su alimento. De acuerdo con Garza-Cuevas y González ^[2], las funciones que una ciudad debe poseer pueden ordenarse en seis categorías:

- Los requerimientos biológicos del refugio que significan *la necesidad de casa*, la cual debe ser satisfecha con respecto a cantidad, localización, tipo y costo. Constituye la primera función.
- La segunda función contempla la obtención del ingreso para vivir y un sistema de evaluación del trabajo y de los bienes.
- La tercera sería un adecuado sistema comercial, incluyendo el manejo de alimentos y otros bienes producidos fuera de las áreas urbanas.
- La cuarta función es una red de transporte-comunicación.
- En quinto lugar estaría el sistema gubernamental, necesario para deslindar las responsabilidades cívicas, proveer servicios públicos, protección y bienestar.
- Y la sexta función de recreación y entretenimiento incluye la provisión de espacios abiertos, parques, eventos culturales, deportivos y otras actividades que ocupan el tiempo no dedicado a los ingresos para la vida.

Estas seis funciones enfocadas en el paralelo con los ecosistemas naturales, describen una trama social altamente evolucionada y regulada que permite localizar los materiales y la energía, moviéndolos de un lugar a otro y que provee los servicios esenciales a los miembros de una población. Contreras ^[3] afirma que la población humana, tanto a nivel mundial como en México, está al borde de excederse en relación a la proporción con la superficie de la Tierra y agua disponible, convirtiendo al ser humano en una plaga para el planeta y son las ciudades las zonas de consumo irracional. Lo cual desde la propuesta de este artículo aún es posible.

Conceptos en torno a la vivienda

Existen en la literatura bastantes acepciones en torno a la vivienda, algunas de ellas parecen sinónimas e incluso se emplean así, lo cual no necesariamente es correcto. En este trabajo recuperamos algunas de ellas y las empleamos para construir las que presentamos:

Una *casa*, del latín casa (cabaña), es una edificación construida para ser habitada por una o varias personas. Puede organizarse en una o varias plantas, normalmente no superando los tres niveles, aunque esta no es una limitante. Puede también disponer de un sótano o un semisótano, y de una cubierta superior transitable, denominada azotea que en muchas ocasiones se emplea de terraza cuando la pendiente es menor al 5%. Si dispone de terreno suficiente, puede contar también con patio y jardín.

La *vivienda* es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndoles de las inclemencias climáticas y de otras amenazas. También se denomina vivienda a un apartamento, aposento, casa, departamento, domicilio, estancia, hogar, mansión, morada, piso, etc.

La palabra *hogar* se usa para designar a un lugar donde un individuo o grupo habita, creando en ellos la sensación de seguridad y calma. En esta sensación se diferencia del concepto de casa, que sencillamente se refiere a la vivienda física. La palabra hogar proviene del lugar en el que se reunía, en el pasado, la familia a encender el fuego para calentarse y

alimentarse. Se aplica también a todas aquellas instituciones residenciales que buscan crear un ambiente hogareño, por ejemplo: hogares de retiros, hogares de crianza, entre otros.

Podemos asumir a partir de las diferentes conceptualizaciones, que es posible, hasta cierto punto, que las definiciones se pueden sintetizar como: *edificación que brinda refugio y habitación a los individuos, creando en ellos la sensación de seguridad y calma.*

En este texto compartimos la idea de González-Herrera ^[4], con respecto a la conceptualización de la vivienda, misma que a continuación se cita:

El hecho de poseer una vivienda y sentir la seguridad que este espacio le brinda va más allá del punto de vista físico, implica una perspectiva más amplia bajo la cual se acogen teorías psicológicas que en México están muy ligadas a considerar a la vivienda como el hogar, es decir, el espacio que está ligado a nosotros y nuestras experiencias de manera emocional e íntima, mientras que para las consideraciones sociológicas la vivienda nos permite una seguridad interna que se relaciona con la necesidad de reconocimiento y estatus; y para las posturas relativas a los estudiosos del derecho existe una concepción que está aún en discusión entre los que la califican solo como espacio vital, y por ello esencial, pero como un compromiso y responsabilidad del usuario, mientras que otros la ven como un compromiso del estado en virtud de ser una necesidad básica, como otras establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La evolución histórica de una vivienda se presenta en la Figura 1 donde se muestra una línea de tiempo sobre la vivienda. En ella se puede observar su evolución desde las chozas hace 35,000 a 10,000 a. C. hasta los edificios actuales de varios pisos que se construyen desde el Siglo XX.

El desarrollo de las viviendas se asocia también con el proceso de industrialización, con la necesidad de servicios y desarrollo de nuevos materiales. No obstante hasta mediados del siglo XIX se utilizó el acero y prácticamente a mediados del siglo XX el concreto reforzado. Estos

materiales, así como incremento al valor del suelo que repercutía en terrenos más pequeños y distantes del centro de las ciudades; demandaron la necesidad de la densificación de las construcciones (reduciendo los espacios de las distintas áreas), así como la construcción vertical que se piensa es el futuro de las ciudades.

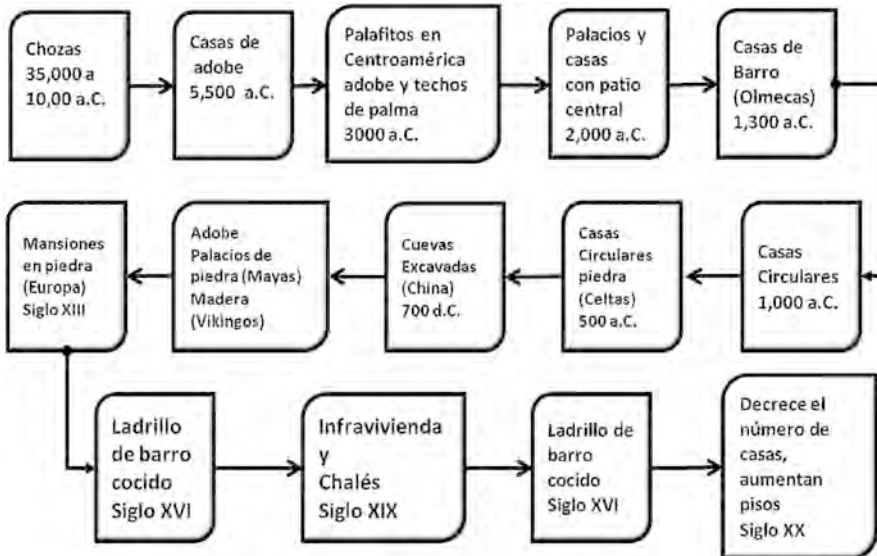


Figura 1. Línea de tiempo del desarrollo de las ciudades. Elaboración propia a partir de diversas fuentes documentales.

Definición de los sistemas de construcción sostenibles

La construcción de vivienda sin duda alguna es una actividad que está muy ligada a la necesidad de los seres humanos, ya que es y seguirá siendo una de las posesiones más apreciadas por el hombre por algunas de las razones que se señalaron. Desde la década de los sesenta hasta la actualidad los costos de la construcción han aumentado considerablemente, una de las razones es el aumento de la demanda, el costo de los terrenos y la escasez de la mano de obra especializada. De esta preocupación, surge la intención de búsqueda de sistemas constructivos, que sean sostenibles.

Partiendo de diversos autores, se recogen a continuación algunas definiciones del término *Construcción Sostenible*, que asumidas globalmente nos aportan una buena comprensión de la idea y la complejidad del tema.

La Construcción Sostenible, que debería ser la construcción del futuro, se puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de los edificios, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de los edificios ^[5].

La Construcción Sostenible se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado ^[6].

El término de Construcción Sostenible abarca, no sólo los edificios propiamente dichos, sino que también debe tener en cuenta su entorno y la manera cómo se comportan para formar las ciudades. El desarrollo urbano sostenible deberá tener la intención de crear un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, con recursos, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética, sino también en su función, como un lugar para vivir ^[7].

La Construcción Sostenible deberá entenderse como el desarrollo de la construcción tradicional pero con una responsabilidad considerable con el Medio Ambiente por todas las partes y participantes. Lo que implica un interés creciente en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de la minimización del agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los prejuicios, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno ^[8]. Las bases para conseguir sistemas de construcción sostenibles, pueden resumirse en cinco principios:

- Estandarización e industrialización, para mejorar la calidad y optimizar los gastos de material.
- Sistemas de montaje en seco, para facilitar su reutilización, así como disminuir los residuos y costes del montaje.

- Elementos de fácil transportabilidad y poco mantenimiento.
- Instalaciones registrables para fácil mantenimiento y recuperación de material.
- Utilización de materiales de fácil reciclaje, poco contaminantes y con un consumo energético mínimo en su producción.

Todas las definiciones que se presentan coinciden en que un sistema de construcción sostenible es aquel conjunto de técnicas para crear formas y combinaciones para armar estructuras que con especial respeto con el medio ambiente, se dirige a la minimización de el consumo de energía y a la reducción de los impactos ambientales, pues no atenta contra los recursos naturales, ya que implica una responsabilidad con el medio ambiente en todas las etapas de construcción, considerando las diferentes alternativas en todo el proceso de construcción.

Solo algunas de ellas vislumbran el enfoque sistémico de la interacción de esta construcción con un entorno el cual debe ser adaptable por condiciones de confort climático, seguridad ante los fenómenos que se manifiestan. No obstante en ninguna de ellas se señala que debe permitir a sus habitantes vivir una vida plena dentro de un contexto de responsabilidad ambiental, lo cual se puede prever si consideramos a la vivienda no solamente como un objeto sino como un medio para el desarrollo integral del individuo.

Materialización de sistemas constructivos sostenibles

Analizando las viviendas características de distintas regiones de la Tierra podemos observar, en la mayoría de los casos, que son fruto de una evolución constructiva, a partir de los materiales, procesos sociales históricos que les han permitido adaptarse al medio de la forma más eficiente posible, tal como lo han hecho los seres vivos ante la necesidad de sobrevivir minimizando sus requerimientos energéticos y de recursos. Esto es posible gracias a la mejora de su eficiencia para utilizar la energía, conservar o disipar la temperatura mediante adaptaciones evolutivas en su morfología para adaptarse a las condiciones climáticas,

etc. Esta evolución en el diseño constructivo ha dado paso a edificaciones adaptadas a las necesidades humanas y ambientales.

Los primeros indicios que se definían como “construcción sostenible” comenzaron con la arquitectura ecológica, que surgieron a partir de las construcciones creadas por Frank Lloyd Wright, alrededor de 1936 (Figura 2). Las cuales, en algún momento fueron descritas como: *espacios orgánicos y organismos vivos*; su filosofía fue: *la arquitectura debe ser orgánica o ser fusionada al paisaje, respetando las fuerzas de la naturaleza*.



Figura 2. La casa de la cascada, la obra magna de Frank Lloyd Wright. Fotografía tomada de http://www.usatoday.com/travel/destinations/2007-09-27-new-wright-home_N.htm.

Lloyd enfatizó la importancia de la integridad; donde una casa, debería mimetizarse con el entorno en donde se deseará construir, integrarla a los materiales de su alrededor así como al modo de vida del usuario.

Paolo Soleri ^[9]; fue uno de los visionarios contemporáneos que innovaron, introduciendo el concepto *arcología* (Figura 3); que se refiere a ecología aunada a la arquitectura, funcionando como un proceso integral para producir nuevos hábitats urbanos. Un prototipo de *arcología*, en donde viven cerca de cinco mil ciudadanos, es *la ciudad de Arcosanti* (Phoenix, Arizona), lugar en donde se combinan estructuras urbanas compactas con viviendas ecológicas solares a gran escala, y en sus alrededores, existen cuatro mil acres que deben ser preservados.

Las cuestiones como el desarrollo local apropiado para las técnicas de construcción y sistemas de energía basados en la explotación de recursos naturales, tales como: viento, agua, biomasa, y diseños solares para el desarrollo mundial; se convirtieron en *medios* del movimiento ecológico para mejorar la calidad de vida del planeta. Uno de los principales proyectos experimentales y ambiciosos del movimiento ecológico es “Biósfera II” (1990, desierto de Arizona); proyecto en donde los sistemas internos para reciclaje de: agua, aire y nutrientes para mantener la vida de 3,800 especies de plantas, animales y ocho seres humanos (investigadores), permanecen aislados dentro del mismo, para constatar la efectividad de su funcionamiento.

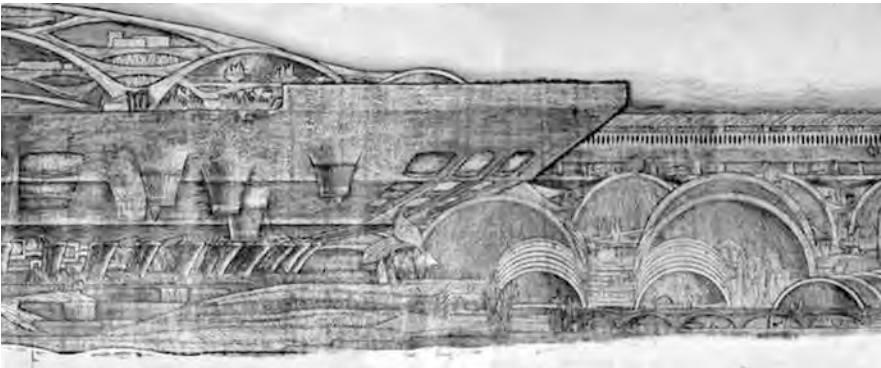


Figura 3. Conceptualización de la ciudad ecológica por Paolo Soleri. Fotografía tomada de: <http://dprbcn.wordpress.com/2009/10/29/arcosanti-and-macro-cosanti-paolo-soleri/>.

Otras propuestas son las asociadas al concepto *baubiologie* o *arquitectura biológica*; desarrollado por David Pearson; es un acercamiento diferente a la esencia de la arquitectura; se caracteriza por la relación que existe entre el ser humano y ésta; posicionándola como un organismo con vida, donde la arquitectura es nuestra segunda piel y nos proporciona funciones esenciales para vivir, tales como: protección, permisividad de iluminación solar, absorción, regulación, comunicación, etc. El objetivo de *baubiologie*, es el diseño de construcciones que reflejen nuestras necesidades biológicas y espirituales, para así propiciar una interacción armónica entre el ser humano y el medio ambiente ^[9].

Visión en México de sistemas constructivos sostenibles

En nuestro país distintos investigadores han señalado que un sistema de construcción sostenible, respetuoso con el entorno debe considerar cinco factores: el ecosistema sobre el que se asienta, los sistemas energéticos que fomenten el ahorro, los materiales de construcción, el reciclaje, la reutilización del residuo y la movilidad ^[10].

Existen ejemplos prácticos de sistemas constructivos que usan menos productos vírgenes y hacen uso más eficiente de recursos naturales reciclando. Las autoridades han pugnado por la vivienda manufacturada por empresas y los subsidios denominados hipoteca verde. Lo cual solo atiende la visión de la industrialización de la vivienda y la colocación de tecnología para resolver el problema.

Se ha hecho investigación empleando gran cantidad de materiales que incluyen contenido de productos reciclados, los que pueden ser más económicos que productos convencionales y a la vez ayudan a reducir la cantidad de desechos. También hay tendencias que señalan la sustentabilidad en las construcciones vernáculas. Estas viviendas están hechas a base de materiales naturales como son: madera, paja, adobe y bambú, por mencionar algunos, los cuales reducen el impacto ambiental y económico de la construcción de viviendas convencionales.

Sin duda alguna el uso de productos alternativos en la construcción es una opción más, en la búsqueda por dar solución al problema

de vivienda, donde se requiere pensar en el beneficio de nuestro medio ambiente dando soluciones prácticas. No obstante solo pensar en los materiales, o en el consumo de energía no es el camino que conduciría a la sustentabilidad, lo cual analizaremos en este artículo.

La necesidad de un espacio habitable digno desde la visión de sustentabilidad

Considerando la necesidad de una casa, como base fundamental del ecosistema humano, se puede afirmar que en una casa se cristalizan muchos de los fenómenos que son parte o el principio de los problemas ambientales actuales, que en su conjunto se magnifican y se manifiestan en una ciudad, de ahí se presenta la importancia de trabajar con este elemento funcional.

El abordar el tema de vivienda desde un enfoque que nos permita vislumbrar los criterios que reconozcan por un lado la importancia de satisfacer la necesidad de una vivienda y por otro, que dicha vivienda considere elementos que desde su diseño, construcción, uso y en su caso abandono o reciclaje, nos lleven a realizar un cambio de paradigma en el modelo de desarrollo actual, en la forma de vivir, sin comprometer el futuro de la población, disminuyendo o haciendo un uso racional y responsable de los recursos naturales, sin menoscabar la calidad de vida de sus ocupantes, es el reto del presente documento. Ahora bien nos planteamos la siguiente interrogante: ¿desde dónde partimos para identificar estos criterios?

Relación hombre naturaleza

Como ya se mencionó el hombre tiene presencia en la Tierra hace tres y medio millones de años, su evolución se ha realizado gracias a su extraordinaria capacidad de adaptación al medio, en una relación muy estrecha con los elementos naturales de la Tierra, el agua y el aire. Desde entonces ha vivido en unión y armonía con la naturaleza, y al mismo tiempo se ha servido de ella.

Desde la revolución industrial, esa antigua relación de respeto del hombre con el planeta ha cambiado a otra, mucho más agresiva, que parece ignorar sus leyes de funcionamiento. Hasta hace treinta años la conciencia de la mala salud del planeta no existía. La explotación de los recursos naturales y la diferencia entre las economías de primer y tercer mundo están directamente relacionadas, las consecuencias dañinas de los fenómenos naturales.

Los datos numéricos llaman la atención, en el hemisferio Norte vive el 20% de la población que posee el 86% de la riqueza del planeta, y que contamina un 70%. Sin embargo el daño compete a todos, los trastornos y catástrofes naturales son sufridos mayoritariamente por el 20% que vive con el 1% de la riqueza, y el restante 60% que se mantiene con menos del 13% y que habita en los trópicos. Como menciona González ^[1] los problemas ambientales y su relación con la desigualdad del planeta es muy larga.

Por un lado suceden catástrofes naturales como huracanes, terremotos, tsunamis, que han dejado miles de damnificados, el hambre crónica que, a pesar de los vastos recursos en la Tierra, padecen casi mil millones de personas; desaparición y degradación de culturas y pueblos aborígenes enteros en la cuenca del Amazonas por la explotación ilegal de los bosques, contaminación del agua, que deja sin posibilidad de mantenerse a campesinos y pescadores, la geo-política de la lucha por el petróleo, la posesión de recursos mineros, que ha desencadenado guerras y el desplazamiento de miles de personas, el cambio climático que elevará el nivel de las aguas y hará desaparecer comunidades enteras.

Ahora bien, los daños ambientales más conocidos son los relacionados con la contaminación de la atmósfera y emisiones de CO₂, sin embargo existen otros que no dejan de preocupar como la acidificación de los suelos, aumento de la temperatura como consecuencia del efecto invernadero, el aumento del agujero de la capa de ozono de la atmósfera, la eutrofización, la desertificación, la deforestación, la emisión de CO₂ derivado del consumo de combustibles fósiles, el agotamiento de fuentes energéticas fósiles, las contaminación de las aguas. Este panorama nos da idea de la estrecha relación entre la política de aprovecha-

miento de los recursos naturales, los daños ambientales y el bienestar o malestar de los habitantes del planeta.

Se reconocen también una serie de fenómenos causados por la urbanización desordenada de las ciudades, teniendo los siguientes:

- Pérdida total o parcial de cobertura vegetal.
- Erosión y pérdida de suelos.
- Carencia de servicios, agua potable, drenaje, electrificación, salud, entre otros.
- Desplazamiento de fauna nativa y aparición de *fauna nociva*.
- Contaminación por agua residual de cuerpos de agua.
- Contaminación de suelo, agua y el aire por la inadecuada disposición de residuos.
- Aparición de problemas de salud a consecuencia de la contaminación antes mencionada.
- Desperdicio de recursos como agua por la obsoleta infraestructura de abasto y hábitos de consumo de la población.
- Afectación por fenómenos naturales, inundaciones, deslaves, huracanes, terremotos, etc.

Es importante considerar, que de acuerdo con Reyes Escutia & Barrasa ^[12], *La degradación ambiental y la destrucción de sus recursos, causados por el crecimiento y globalización económica, han estado asociados a la desintegración de valores culturales...*

La Geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable

La economía y el concepto mismo de desarrollo –incluyendo al desarrollo sustentable– han venido afirmando el sentido del mundo y de la vida en la producción. Con ello, la naturaleza ha sido cosificada, desnaturalizada de su complejidad ecológica y convertida en materia prima de un proceso económico; los recursos naturales se han vuelto simples objetos para la explotación del capital. En la era de la economía ecologizada la naturaleza ha dejado de ser un objeto del proceso de trabajo para ser codificada en términos del capital, transmutándose en una forma

del capital –capital natural– generalizando y ampliando las formas de valorización económica de la naturaleza (O'Connor, 1993) ^[13].

Es en este sentido que, junto con las formas ancestrales de explotación intensiva que caracterizaron al *pillaje del tercer mundo* (Jalée, 1968) ^[13], hoy se promueve una explotación *conservacionista* de la naturaleza. La biodiversidad aparece no sólo como una multiplicidad de formas de vida, sino como zonas de reservas de naturaleza –territorios y hábitat de esa diversidad biológica y cultural–, que hoy están siendo valorizados por su riqueza genética, sus recursos eco-turísticos o su función como colectores de carbono. Si en épocas pasadas la razón moderno-colonial construyó en América Latina latifundios de caña de azúcar, bananos, café y algodón, el nuevo sentido de la biodiversidad para el capital está llevando a generar un nuevo tipo de latifundio, el latifundio genético.

El Desarrollo sustentable y la sustentabilidad

El concepto de *Desarrollo Sustentable* en la actualidad es un término que ha cobrado la atención de políticas públicas e intereses privados, se aplica como un sustantivo o adjetivo calificativo para diversos proyectos y productos, sin embargo pese a la moda o al exceso del término Sustentable, el concepto en esencia define un parteaguas en el concepto de desarrollo; Harlem Brundtland (1987), quien definió el concepto, que a la letra reza: *El desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas propias*. Pretende una mejor calidad de vida para todos, primer y tercer mundo, ahora y en el futuro ^[11].

En la búsqueda de los criterios que nos aproximen a la sustentabilidad en el diseño, construcción y uso de una vivienda, partimos de la base en términos de los elementos que son propios del concepto de desarrollo sustentable, es decir sociedad, economía y medio ambiente o ecología. La situación del desarrollo concebido en estos términos, en países en vías de desarrollo, de acuerdo con (Varela, 2000) ^[12], se presenta un panorama desolador, debido a:

- Niveles modestos de ingreso y apremios para satisfacer las necesidades básicas.
- Pobreza extrema a nivel generalizado.
- Dificultad para mantener un crecimiento a un ritmo sostenido.
- Participación social precaria y fragmentada.
- Presiones demográficas sin resolver.
- Escaso nivel educativo y de cultura ambiental.

A los que agregaría los identificados en Chiapas por Reyes Escutia ^[13]:

- Marginación.
- Desnutrición.
- Desempleo.
- Pérdida de valores.
- Políticas de apoyo productivo erróneas.
- Sistema de comercio inequitativo.
- Dependencia de mercados externos.

De acuerdo con esto, los esfuerzos para contener y revertir las tendencias de deterioro de los recursos naturales compiten con las aspiraciones, de antaño, de superar la pobreza y atender las necesidades sociales básicas.

Sustentabilidad

Desarrollo sustentable y sustentabilidad parecieran ser sinónimos, sin embargo la sustentabilidad va más allá del concepto de desarrollo sustentable, considera además de las esferas social, económica y ecológica, a los ejes temporalidad, espacio y el simbolismo, así como otras esferas tales como la territorialidad, historia, culturalidad, complejidad, equidad, espiritualidad y la solidaridad, como base primordial para alcanzar la sustentabilidad (Figura 4).



Figura 4. Dimensiones de la Sustentabilidad (Comunicación personal Reyes-Escutia, F. (2013), Elaboración Propia).

Calidad de vida y buen vivir

De acuerdo con Contreras [3], es una combinación de los elementos naturales del equilibrio ecológico, los satisfactores psicológicos, la situación social y la bondad económica, todas ellas limitadas por los recursos naturales disponibles y su nivel de conservación. Es también un factor dependiente de la población humana, tanto en número como en densidad.

Este mismo autor opina que la sustentabilidad del desarrollo debe medirse en función del espacio disponible (con sus características básicas de productividad ecológica y económica, condicionadas por el agua en calidad y cantidad), así como el nivel de calidad de vida que deseamos construir. Según esto la calidad de vida es función dependiente de la cantidad de la población humana.

Buen vivir

Se puede encontrar el origen del concepto de *Buen Vivir* acuñado de concepciones diversas de pueblos originales de Sudamérica que confluyen en una noción de armonía de las sociedades humanas con la naturaleza,

con nuestra madre tierra. Surge como una propuesta de los pueblos originales asentados en varios estados sudamericanos, ante el actual modelo de desarrollo capitalista que impera en el planeta. Se pueden citar las diversas concepciones de los pueblos sobre el Buen Vivir, lo cual se describe a continuación ^[14].

Pueblo Aymara - Quechua de Bolivia

En aymara se dice *suma qamañatakija, sumanqañaw*, que significa *para vivir bien o vivir en plenitud, primero hay que estar bien*. Saber vivir implica estar en armonía con uno mismo; *estar bien o sumanqaña* y luego, saber relacionarse o convivir con todas las formas de existencia.

El término aymara *suma qamaña* se traduce como *vivir bien o vivir en plenitud*, que en términos generales significa *vivir en armonía y equilibrio; en armonía con los ciclos de la Madre Tierra, del cosmos, de la vida y de la historia, y en equilibrio con toda forma de existencia*. El Vivir Bien está reñido con el lujo, la opulencia y el derroche; está reñido con el consumismo ^[14].

Pueblo Mapuche de Chile

El pueblo mapuche fundamenta la existencia, la armonía de la vida y la salud de los seres humanos sobre dos planos:

El primer plano es la relación del ser humano con lo sagrado y lo sobrenatural, la cual está basada en la reciprocidad. La reciprocidad representa un elemento ordenador y normativo en el plano de la vida social y económica del pueblo mapuche, ya que la manera de responder correctamente al don entregado por la divinidad es mantener los mecanismos de solidaridad de la comunidad, su integración económica, cultural y, lo más importante, la vigencia de la identidad del individuo dentro de su grupo social.

El segundo plano es la categorización del mundo. Los mapuches categorizan el mundo en términos de unidades conformadas por polos opuestos y complementarios. Esta es una visión integral, verdadera y sabia, ya que es imposible que en un individuo solo existan cosas buenas, si así fuese sería una persona coja, incompleta.

También es importante hablar acerca de la salud (konalen), considerada un estado de equilibrio biológico y psicosocial del ser humano. De esta manera, el bien se corresponde con la salud y el mal con la enfermedad.

En resumen se puede decir:

Vivir bien, es la vida en plenitud. Saber vivir en armonía y equilibrio; en armonía con los ciclos de la Madre Tierra, del cosmos, de la vida y de la historia, y en equilibrio con toda forma de existencia en permanente respeto [14].

La demanda o necesidad de vivienda

Desde La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, realizada en Estocolmo en junio de 1972, se reconoce en la proclama 4, lo siguiente: *Millones de personas siguen viviendo muy por debajo de los niveles mínimos necesarios para una existencia humana decorosa, privadas de alimentación y vestido, de vivienda y educación, de sanidad e higiene adecuados*. Situación que en la actualidad prevalece en los países en desarrollo.

En este orden de ideas, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, reconoce en su artículo 4, párrafo 8, como derecho fundamental: *Toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa. La Ley establecerá los instrumentos y apoyos necesarios a fin de alcanzar tal objetivo*.

De acuerdo con diversos investigadores, la demanda de vivienda constituye en la actualidad uno de los problemas sociales, económicos y ambientales más críticos, que ha conducido a la producción masiva y estandarizada de vivienda, sin considerar su impacto en el medio natural, en la calidad de vida de los usuarios y en el funcionamiento de la ciudad. Por otro lado, las actividades constructivas presentan en la actualidad un fuerte impacto ambiental. En todo el mundo, la construcción consume el 16% del agua, el 40% de la energía y el 40% de las rocas, gravas y arenas utilizado anualmente. Asimismo, alrededor del 70% de los óxidos de azufre producidos por la combustión de los combustibles fósiles es debido a la generación de electricidad para suministrar energía a viviendas y oficinas (Dimson, 1996) [5].

Propuestas para lograr la sustentabilidad en la vivienda

Derivado de la revisión de información con respecto al tema que se trata en el presente documento, se encontraron diversas propuestas en la búsqueda de la sustentabilidad en las viviendas o como respuesta a la problemática ambiental que se vive en el planeta; que van desde el aprovechamiento de materiales de desecho como botellas de PET y vidrio, llantas, cartones, etc., así como con conceptos muy elaborados como: arquitectura bioclimática, arquitectura ecológica, arquitectura autosuficiente, heliodiseño, arquitectura solar, edificios verdes (Green Buildings), arquitectura sustentable, vivienda sustentable, entre otras. Se habla de fraccionamientos sustentables, ciudades rurales sustentables, ciudad ecológica, entre otras propuestas. También se puede mencionar que se han encontrado diferentes iniciativas de políticas públicas con respecto al tema de la vivienda en diferentes estados en el mundo.

En México la Comisión Nacional de Vivienda publicó *Criterios e indicadores para los desarrollos habitacionales sustentables en México*, por su parte el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, mejor conocido como Infonavit, opera el programa denominado *Hipoteca verde*, el cual está enfocado para cuando un trabajador decida hacer uso de su crédito para comprar, construir, reparar, ampliar o mejorar su vivienda, contribuya a reducir el impacto ambiental, además de obtener ahorros importantes en términos de consumo y gasto económico derivado del consumo de agua, energía eléctrica y gas.

El requisito para otorgar la hipoteca verde, es dotar de ecotecnologías a la vivienda, mismas que deben de asegurar ahorros mínimos en el rango de 215 a 400 pesos mensuales. Las ecotecnologías a implementar deben estar certificadas por organismos normativos, según sea el caso, entre los organismos normativos podemos mencionar Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), dependiente de la Secretaría de Energía, el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) y la Comisión Nacional del Agua (Conagua) perteneciente al sector ambiental Federal, que encabeza la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [15].

Así también se encuentran trabajos de investigación como es el propuesto por Roux & Barrios (2010) [16], consistente en un Manual nor-

mativo para el desarrollo de la vivienda sustentable de Interés Social en México. Así también existen importantes investigaciones en el desarrollo de materiales de construcción alternativos, para lograr o explotar ciertas cualidades de los materiales, como conductividad térmica, paso de luz, ligereza, no contaminantes y de fácil reciclaje, o de rescate de antiguos sistemas de construcción en los que se emplean materiales que son de origen natural y presentan ventajas en términos de consumo de energía y agua en su preparación.

Sin embargo, si partimos de la premisa de la importancia en términos de patrimonio que constituye una vivienda, no sólo es importante considerar la variable de ambiental de la misma, como elemento de sustentabilidad; de acuerdo con González-Herrera ^[17], es importante considerar la vulnerabilidad de la vivienda ante fenómenos naturales, como los hidrometeorológicos y geológicos. Por lo que es posible afirmar que existe un importante esfuerzo a nivel mundial en la búsqueda de la sustentabilidad de una vivienda, e importantes logros en ello.

Identificación de criterios de sustentabilidad

Nuevamente nos interrogamos ¿desde dónde partimos para identificar los criterios que ayuden a determinar la sustentabilidad de una vivienda?, la base para respondernos y aproximarnos al esbozo del modelo que se pretende desarrollar, se encuentra en el análisis de la relación Hombre Naturaleza, la consideración de los elementos del concepto de Desarrollo Sustentable entendido o traducido a las particularidades de la realidad en la que se pretenda aterrizar, por supuesto en la búsqueda del Buen Vivir y en la necesidad básica de disfrutar de una vivienda.

En este sentido se encuadra la búsqueda de un modelo que enfrente a lo señalado por Verdejo ^[3], una economía fundada en la maximización de la ganancia y del excedente económico en el corto plazo, misma que pone en una dinámica global de degradación de los ecosistemas, teniendo repercusiones en la transformación y destrucción de un conjunto de valores humanos, culturales y sociales.

Se reconoce en el presente documento, el reto que representa proponer un esquema que se ajuste a las diversas realidades en el que se de-

see aplicar, considerando que no podemos plantear un método rígido, si esperamos que sea de aplicación universal. Otro de los factores que se reconocen es la visión integradora de conocimientos, como requisito fundamental para poder plantear el presente modelo, en este mismo sentido se reconoce el concepto forjado por Jean Piaget sobre la transdisciplinariedad, implica aquello que está al mismo tiempo entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas, y más allá de cada disciplina individual. Su objetivo es la comprensión del mundo actual, para lo cual uno de los imperativos es la unidad del conocimiento global.

Para el tema que nos ocupa, podríamos identificar a vuelo de pájaro, las diferentes disciplinas que intervienen en un proceso de diseño, construcción y el uso de la vivienda, como son la Topografía, Ingeniería Civil, Arquitectura, Electricidad, Hidráulica, Ingeniería Ambiental, entre las disciplinas que podría intervenir en la etapa de uso de la vivienda puede ser la Educación Ambiental. Sin embargo no podemos acotar a estas disciplinas el universo en el cual se encuentra inmersa la búsqueda de la sustentabilidad de una vivienda.

El modelo propuesto. Diseño, construcción y uso de la vivienda

Como ya se mencionó existen diversos trabajos enfocados a proponer los elementos a considerar en la búsqueda de la sustentabilidad de la vivienda, los cuales se pueden tomar como referencia para identificar los criterios base de la presente propuesta. A continuación se inicia con el esbozo de los criterios que se considera importante considerar en las etapas de Diseño, Construcción y Uso de la Vivienda. Cabe señalar que es un primer esfuerzo en esta búsqueda, lo cual nos deja la posibilidad de seguir enriqueciendo la propuesta.

Etapas de diseño

Eje rector I: La familia

Para la etapa del diseño de la vivienda es importante considerar como parte de un elemento que lo podemos calificar como fundamental en esta etapa, me refiero a la familia, según la Declaración Universal

de los Derechos Humanos, es el elemento natural y fundamental de la sociedad y tiene derecho a la protección de la sociedad y del Estado. A partir del tamaño de la familia, se definen las necesidades de espacio y la forma de resolverlas en función del terreno en que se pretende construir, la forma que tomaría la casa, entre otras cosas.

Eje rector 2: Espacio físico para la construcción (ubicación)

La ubicación del sitio donde se pretende construir, es muy importante definir el espacio puntual de ubicación de la futura vivienda, ¿para qué nos servirá dicha información?, pues bien, conociendo este dato, por un lado vamos a lograr identificar las condiciones físicas de las que se resguardará la familia en su vivienda, es decir, clima, la vulnerabilidad a fenómenos naturales que pueden generar desastres, como son terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, huracanes, inundaciones, movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes), sequías, epidemias y plagas, vientos o los de origen antrópico, como guerras, terrorismo, explosiones, incendios, accidentes, emisión de gases tóxicos, deforestación, contaminación ^[17]. Con esta información es posible a nivel de gabinete orientarnos sobre la vulnerabilidad del sitio y tomar la decisión de asumir los riesgos, preparando la edificación para hacer frente a la calamidad identificada.

Asimismo se pueden identificar elementos del diseño, considerando el clima, paisaje, con la finalidad de definir la orientación, la ventilación, el acceso a materiales de construcción, agua, energía eléctrica, mano de obra especializada, entre otros.

Por otro lado la ubicación nos sirve para definir la reglamentación a la que se encuentra sujeta el predio, es decir si se encuentra dentro de un Área Natural Protegida, Ordenamiento Ecológico Territorial o Carta Urbana, los permisos de construcción a gestionar ante las autoridades, como en el caso de México, para el desarrollo de un fraccionamiento habitacional, es primordial hacer estas consideraciones, en términos de la Evaluación del Impacto Ambiental y la obtención del permiso para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Importante también en esta etapa hacer un análisis sobre la gestión de recursos indispensables para el funcionamiento de la vivienda, como

el abasto de agua, energía eléctrica, combustibles, para definir cuales ecotecnologías son las apropiadas para el desarrollo de la vivienda en particular.

Eje rector 3: Bioclimática

Identificar o explorar la oportunidad de considerar en el diseño elementos de la arquitectura bioclimática, teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía. Explorar también la factibilidad de proponer la captación de agua de lluvia e incluir en el diseño de vivienda los aditamentos necesarios para hacerlo.

Eje rector 4: Ecotecnologías

En la actualidad existen cantidad de alternativas para hacer eficiente una vivienda en términos de energéticos, gestión de recursos, uso o consumo responsable y disposición de residuos.

Abasto de agua

Con el diseño adecuado de los techos es posible realizar la captación de agua de lluvia, para el uso doméstico. El agua de lluvia, debidamente captada se puede almacenar en la misma cisterna del agua potable.

Ahorro de agua

Dentro de las alternativas disponibles están los mingitorios secos, sanitarios de doble descarga, grifos y regaderas ahorradoras. También es posible instalar drenajes que permitan separar las aguas grises de las negras.

Las aguas grises, que provienen de la limpieza de vajilla, ropa y aseo personal, como las de la ducha, baños de inmersión, etc. Las aguas grises se pueden filtrar y usarlas para la taza del baño y en el riego de jardines. Se requieren sistemas de almacenamiento especial para este tipo de agua.

Tratamiento de agua

Las aguas negras, son un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. También se les llama aguas servidas, aguas residuales, aguas fecales, o aguas cloacales. Residuales, pues han sido usadas y por tanto constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen, y cloacales porque son transportadas mediante cloacas. Para las grandes urbes los gobiernos son los encargados de realizar el tratamiento de las aguas residuales de las viviendas, sin embargo es importante considerar en la etapa de diseño, las alternativas de tratamiento a utilizar, como la instalación de fosas sépticas prefabricadas, el diseño de humedales que se pueden incluir dentro del conjunto decorativo del jardín exterior de la vivienda. Y por último definir el punto de descarga del agua residual, ya sea a pozos de absorción o al sistema de drenaje municipal.

Abasto de energía

Para el caso de la energía eléctrica es factible realizar la independencia energética por varias vías, a través de un sistema fotovoltaico o por medio de aerogeneradores, comúnmente se utilizan sistemas híbridos que conjugan estos elementos. Requiere la instalación de un banco de baterías.

Con la finalidad de aplicar ahorros por el consumo energía eléctrica para la iluminación, se considera importante mencionar la implementación de domos en los techos que permitan la entrada de luz natural a los espacios diurnos más utilizados en la vivienda.

En este apartado es factible mencionar la implementación de la domótica, como el conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado.

Para el ahorro de gas se está popularizando la instalación de calentadores solares de agua, en México existen varias empresas que ofertan estos dispositivos. Con la finalidad de revertir el efecto de isla de calor, así como para proporcionar confort térmico al interior de la vivienda se propone la instalación de techos o azoteas verdes. Con ello se abaten los gastos de energía empleados en la refrigeración artificial de los edificios.

Etapas de construcción

Importante en esta etapa considerar los impactos ambientales que se puedan presentar en la etapa de la construcción, ya sea de manera directa, por la actividad propia de o de manera indirecta, provocadas por el abasto de materiales de construcción, para el caso de los impactos causados por la extracción de materiales pétreos, se recomienda hacer la provisión de los mismos de bancos autorizados. Importante en esta etapa es la disposición adecuada de residuos, tanto los sólidos urbanos como los peligrosos.

Eje rector I. Análisis de materiales y su impacto

Concreto. Se utiliza carbón y petróleo para su producción. Es un elemento actualmente muy utilizado. No favorable, la fabricación de cemento portland es altamente contaminante. Una tonelada de cemento es igual a una tonelada de CO₂.

Ladrillo de arcilla. No es favorable su implementación, la extracción de materia prima produce erosión de suelo, la fabricación y el cocido producen emisiones de CO₂ y SO₂.

Madera. Recurso altamente renovable, no aporta CO₂.

Adobe (tierra cruda). Recurso abundante y sostenible, posee comportamiento térmico idóneo para muchos climas.

Fibrocemento. Su producción implica fuerte erosión del terreno y produce CO₂, SO₂ y NO₂.

Piedras y mármoles. Existen en abundancia. No efectos nocivos, sólo asegurarse del adecuado manejo de los bancos.

Para la elección de los materiales es importante considerar los criterios tradicionales, resistencia, estabilidad, resistencia al fuego, inercia, aislamiento térmico y acústico, disponibilidad en el mercado y coste económico. Así también los criterios ambientales, durabilidad, deterioro, esperanza de vida, capacidad de reutilización y reciclaje, efectos en la calidad del aire, salud, producción de contaminantes, coste ecológico o ambiental.

Eje rector 2. Gestión de insumos

Origen y tipo de elaboración de materiales para la construcción, es importante considerar el origen de los materiales de construcción, por ejemplo en el caso de gravas y arenas deben de provenir de bancos de material que cuenten con su autorización en materia de impacto ambiental y Cambio de Uso de Suelo Forestal. Para el caso de ladrillo de arcilla, que los hornos de las fábricas estén autorizados en materia de emisiones de la atmósfera y / o que se empleen combustibles alternativos en su caso.

Eje rector 3. Disposición de residuos

Los *residuos sólidos urbanos*, constituyen uno de los problemas ambientales de contaminación de suelos y agua, es recomendable al menos separarlos en orgánicos e inorgánicos, o de manera más exigente seleccionar aquellos que son susceptibles de reciclaje, como plástico, papel, cartón, entre otros. Con ellos se estará disminuyendo el volumen de residuos que llegan a tiraderos a cielo abierto o si bien nos va a rellenos sanitarios. Con los residuos orgánicos es posible producir por medio de composta, fertilizante para el jardín.

Los *residuos peligrosos* generados en una vivienda, generalmente pasan desapercibidos y junto con los residuos sólidos urbanos incrementan el grado de contaminación en los tiraderos de basura a cielo abierto. Este tipo de residuos los podemos identificar por sus características de peligrosidad, se clasifican en Corrosivos, Reactivos, Explosivos, Tóxicos e Inflamables, del mismo grupo, aunque se generan en menor escala en un hogar son los del tipo Biológico Infeccioso. Como ejemplo podemos nombrar las pilas de las lámparas de mano, botes de aerosol vacíos, botes de pintura y solventes vacíos, brochas usadas y para el caso de los Biológico Infecciosos, jeringas, papel sanitario, toallas sanitarias, etc.

Otro tipo de residuos importante considerar en esta etapa, son los de *manejo especial*, que de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2003) Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Etapa de uso

Eje rector 1. Educación ambiental

De acuerdo con Cabrera (2002) ^[18], la cultura de la sustentabilidad y del consumo responsable comienza a nivel de proyecto de vida, de familia, de comunidad para llegar hasta los gobiernos locales para convertirnos en verdaderos promotores de la democracia ambiental, en concordancia con lo antes expuesto y como complemento a esta idea, es necesario e imperativo realizar un cambio de paradigma en la forma de vivir, en los hábitos de consumo y de gestión de residuos, para lograr ese cambio, se reconoce la necesidad de educar en el aspecto ambiental desde el seno familiar, tomando como base, el goce y el buen vivir, en términos de confort, ahorro en el consumo de recursos naturales y por lo tanto en beneficios ambientales y económicos directos.

Es fundamental establecer la importancia de educar para lograr la sustentabilidad en el nicho de la familia. Desde los hábitos de consumo que redundan en la gestión de los residuos generados, es decir, aguas residuales, residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos. Resaltar la importancia de la posibilidad de desarrollar tecnología que satisfaga nuestras necesidades y que a su vez sea amigable con el medio en que vivimos y con ello poco a poco cambiar el paradigma de desarrollo actual.

Conclusiones

Se culmina el presente trabajo haciendo un recuento de los elementos que nos ayuden a definir la sustentabilidad de una vivienda, reconociendo primeramente la importancia de la etapa de diseño, más allá del

mero elemento estético, que no deja de ser fundamental en la concepción de un hogar, sin embargo se identifican criterios que permitirán a la familia que habite esa vivienda, lograr el objetivo próximo que es sentirse seguro en su hogar, traducido en la poca vulnerabilidad ante fenómenos catastróficos, el aprecio y orgullo de haber incluido en ella elementos que contribuyen a la disminuir la presión sobre los recursos naturales, a tener un consumo responsable de los mismos, desde la etapa de diseño, construcción; al mismo tiempo que se recupera la inversión, en el goce y confort esperados desde la concepción, con los elementos de funcionalidad bioclimática. El fomento y nacimiento de una nueva cultura ambiental que se enfile a terminar con el paradigma del desarrollo actual.

Referencias

1. Morin, E., 1993. *Tierra Patria*. Editorial Nueva Visión, Primera edición. Buenos Aires, Argentina.
2. Garza-Cuevas, R. A. & González González, L., 2000. Principios de ciencia ambiental. En: Enkerlin et al. *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*. Grupo Geo Impresores, S.A. de C.V. Primera edición. Iztapalapa, D.F., México.
3. Contreras, S., 2000. Controversia sobre la población humana y la sustentabilidad de los recursos. En: Enkerlin et al. *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*. Grupo Geo Impresores, S.A. de C.V. Primera edición. Iztapalapa, D.F., México.
4. González-Herrera, R., 2007. *Análisis de gestión tecnológica para la aplicación de sistemas constructivos con bambú en Chiapas*. Tesina de especialidad en Gestión y Vinculación Tecnológica. Tecnológico de la Selva, Ocosingo, Chiapas, México.
5. Casado, N., 1996. *Edificios de Alta Calidad Ambiental*, Ibérica, Alta Tecnología, ISSN0211-0776.
6. Lanting, R., 1996. *Sustainable Construction in The Netherlands -A perspective to the year 2010*. Working paper for CIB W82 Future Studies in Construction. TNO Bouw Publication number 96-BKR-P007.

7. WWF, 1993. *The Built Environment Sector*, Pre-Seminar.
8. Kibert, Ch., 1994. CIB-TG16, *First International Conference on Sustainable Construction*, Florida, Estados Unidos.
9. Roblero, R. y González-Herrera, R., 2010. *Sistemas de Construcción Sostenibles. Concepciones teórico-históricas*. Nas Jomé Gaceta de Ingeniería Ambiental, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Año 4, N° 8, Pp. 15-19, diciembre.
10. Varela, G., 2000. Hacia una política para lograr el desarrollo sustentable en México. En: Muñoz y González, *Economía, Sociedad y Medio Ambiente, Reflexiones y avances hacia un desarrollo sustentable en México*. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, Primera edición, Pp. 35-36. México, D.F.
11. González, M. J., 2004. *Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar*. S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, S.L. Primera edición. Madrid, España.
12. Reyes-Escutia, F. & Barrasa, S., 2011. Recuperación de saberes ambientales en comunidades campesinas en reservas de la biosfera en Chiapas. En: Reyes Escutia, S. & Barrasa, S. (Coordinadores), *Saberes ambientales campesinos, Cultura y naturaleza en comunidades indígenas y mestizas de México*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Primera edición. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, Pp. 243.
13. Reyes Escutia, F., 2004. *Problemática ambiental y formación universitaria en Chiapas*. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.
14. Mamani, F. H., 2010. *Buen Vivir / Vivir Bien Filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas*. Lima Perú: Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas – CAOI.
15. Morillón, P., 2008. *Vivienda Sustentable en México: Acciones, Programas y Proyectos*. Panel Sobre Cambio Climático y Vivienda Sustentable, Guanajuato, México. Mayo, Instituto de Ingeniería de la UNAM.
16. Roux & Barrios, 2010. *Manual normativo para el desarrollo de la vivienda sustentable de Interés Social en México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas y la Universidad Nacional Autónoma de México.
17. González-Herrera, R., 2009. Los desastres naturales y sus costos. En: Palacios, R. J. *Estudios ambientales y riegos naturales, Aportaciones al*

- sureste de México*. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas Primera edición, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Pp. 21-47.
18. Cabrera Trimiño, J., 2002. *Población, educación ambiental, consumo y desarrollo ¿Nuevas interrogantes a viejos paradigmas?*, Facua Sevilla Editorial, Andalucía España.

Capítulo IV. Ahorro de energía mediante la implementación de viviendas inteligentes

Carlos Manuel García Lara

Resumen

A nivel mundial, la energía eléctrica es el motor de progreso en muchas comunidades. La mejora de las condiciones de vida o de bienestar han exigido siempre disponer de un excedente de energía, pero el origen de su generación con hidrocarburos obliga hacer un uso racional de ella, para alcanzar la sustentabilidad, una manera de hacerlo es desarrollando sistemas de ahorro de energía. La Comisión Nacional de Ahorro de Energía estima que en México se tiene un potencial de ahorro de energía superior al 20%, lo que significa una economía de 100,000 millones de pesos al año.

En la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, se desarrolló un prototipo automatizado que permitirá este ahorro en las aulas. Este sistema se basa en la detección de las condiciones ambientales como temperatura e iluminación, así como de la presencia de personas, combinando estos parámetros permitió el control en el consumo de energía, debido a la supervisión en iluminación y ventilación de los salones, lo anterior se traduce en ahorro de energía considerable en la escuela. Estos parámetros se estudian utilizando equipos de la marca Vernier y sistemas electrónicos desarrollados por estudiantes y docentes. El sistema pretende mejorar el nivel

de habitabilidad y confort de las aulas, y su consecuente reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Introducción

La dependencia de combustibles fósiles para generar parte de la energía eléctrica que consumimos en la vida diaria, repercute directamente en el medio ambiente, lo que ha ocasionado fenómenos como el efecto invernadero y el cambio climático por el aumento de la retención de calor y, por consecuencia, la temperatura global del planeta. El uso eficiente de ésta puede ocasionar beneficios de hasta 40% en la reducción de su consumo, además de beneficios intangibles como salud, seguridad y confort, lo que a su vez ocasiona incremento en la productividad y mejoras tecnológicas ^[1].

A mayor desarrollo de la sociedad, más energía consume, y no siempre de un modo eficiente. Con un uso responsable y eficaz se puede disponer de mayores prestaciones de servicios y confort sin consumir más energía. Lo que nos hace menos vulnerables ante posibles crisis de suministro ^[2]. Sin embargo, en los países en desarrollo, aunque el consumo de energía por persona es mucho menor que en los desarrollados, la eficiencia en el uso de ésta no mejora. Sucede esto, entre otros motivos, porque muchas veces las tecnologías que utilizan son anticuadas.

El aumento en el uso de calefacción, aire acondicionado, iluminación y tecnologías de información están convirtiendo a los edificios en grandes consumidores de energía. Estos sistemas superan con creces a otras aplicaciones en cuanto a consumo de electricidad. De hecho, el consumo de electricidad es responsable de hasta un 50% de las emisiones de CO₂ atribuibles a los edificios comerciales y residenciales.

Tras firmar el protocolo de Kioto, los países industrializados acordaron reducir sus emisiones de CO₂ en un 5.2% en 2012 y en un 75% en 2050. Los edificios constituyen hoy en día una fuente fundamental de ahorro energético potencial que puede ayudarnos a cumplir objetivos y proteger el medio ambiente ^[3].

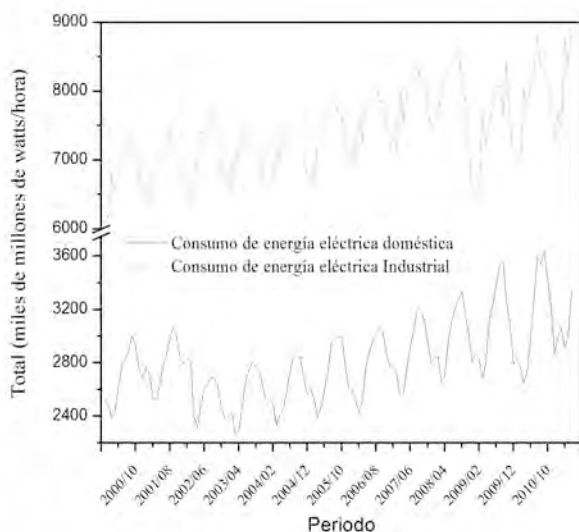


Figura 1. Consumo de energía eléctrica nacional por sectores.

En México, la demanda de energía eléctrica ha crecido de forma constante durante la última década (Figura 1). Estudios presentan que en los próximos diez años habrá un incremento en el consumo de hasta 4.8% al año, llegando a 304.7 TWh en 2015 [4]. Para el año 2030, se estima que la generación alcanzará los 505 TWh, con un 59% de electricidad generada con gas, 19% con carbón, 10% con petróleo, 7% hidroeléctrica y 3% a partir de energías nuevas y renovables. El porcentaje de energía nuclear bajará del 5% en 2002 al 2% en 2030 [5].

El mayor incremento en la demanda se producirá en el Nordeste, Baja California y en la Península de Yucatán debido al incremento en actividades de fabricación e industria. Esta tasa de crecimiento considera un aumento del 5.5% en las ventas destinadas al servicio público, así como un incremento del 2.2% para el autoabastecimiento. De lo anterior, se espera que el sector industrial sea el que muestre el mayor incremento en su consumo (6% anual) con respecto a los sectores residencial, comercial y de servicios (5% anual) [6]. En la Figura 2 se muestra cual ha sido el crecimiento en el consumo de energía eléctrica en la última década por sectores en el estado de Chiapas [7].

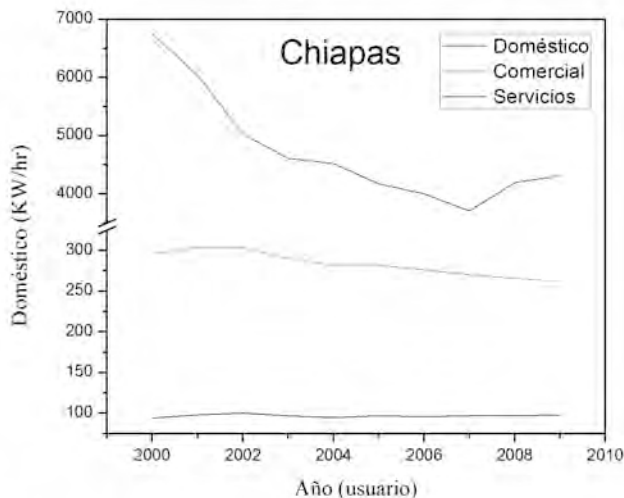


Figura 2. Consumo de energía eléctrica en el estado de Chiapas por sectores.

En el sector residencial, el consumo de energía está conformado principalmente por aparatos electrodomésticos, estufas, calentadores de agua, acondicionamiento de aire e iluminación, este último representa una tercera parte del consumo de energía en los hogares y, por ende, de lo que se paga en el recibo por consumo de electricidad.

En las escuelas el consumo de energía se da principalmente por sistemas de ventilación e iluminación, además de equipo utilizado para las prácticas docentes. Debido a esto es necesario el uso de tecnologías que permiten la optimización de los recursos energéticos en los hogares y edificios, mediante el uso de ventanas y muros con aislamiento térmico, aparatos eficientes de aire acondicionado, sistemas inteligentes de ahorro de energía, iluminación y ventilación natural apropiados, uso de energías renovables, etc.

Los sistemas automatizados tienen como fin usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana [8]. Ampliando su campo de aplicación

continuamente, pasando a formar parte en áreas económicas, sociales y culturales. Lo que lleva a estas a orientarse hacia la formación y preparación de los sectores que esperan recibir estos sistemas pero de igual manera de quienes deben propiciarlas, de forma tal de incorporarlas, y a través de su manejo eficiente, contribuir a elevar la calidad de vida del ser humano [9].

Domótica e inmótica

El concepto de edificio inteligente surge en Estados Unidos a finales de la década de los setenta y principio de los ochenta, cuando al desarrollo de las telecomunicaciones se le añade una época donde se produce una elevada actividad en la construcción de edificios de oficinas. Al desarrollo de esta nueva rama de las telecomunicaciones contribuyeron de forma importante: [10]

- Introducción del primer sistema para la gestión de edificios al comienzo de los setenta, que proporcionaba la integración y la monitorización de los sistemas de ventilación, calefacción y aire acondicionado.
- Necesidad de redes de datos para aunar el volumen de cableado que invadían las oficinas, debido a la incorporación de los ordenadores y los equipos de comunicaciones. Crisis energética a mediados de los setenta, que obligó a buscar soluciones para ahorrar energía.

El sector de la construcción, actualmente está incrementando el uso de elementos tecnológicos en las edificaciones, debido a factores como seguridad, economía, comunicación y confort. Esta incorporación ha llevado a empresas relacionadas con la informática y las telecomunicaciones a desarrollar una industria relacionada con las aplicaciones y los elementos que se pueden agregar en un edificio, dotándolo, se podría decir, de inteligencia. A la hora de definir este nuevo sector se pueden distinguir dos nuevos conceptos: domótica e inmótica, el primero destinado a la automatización de las viviendas y el segundo adecuado para el resto de edificaciones. Esta división no está adoptada de manera generalizada

y el término domótica es el más popular y el más extendido, empleándose el concepto de sistemas domóticos referidos también al sector terciario o incluso el término de domótica de grandes edificios ^[11].

Existen múltiples definiciones de domótica, elaboradas por los distintos expertos del tema pero en la gran mayoría se destaca la idea de mejorar la calidad de vida de los usuarios de estos sistemas ^[12]. De forma más rigurosa se puede definir a la domótica como la ciencia de los elementos y servicios desarrollados por ella que proporcionan algún nivel de automatización o automatismo de forma integrada dentro de una casa, capaz de satisfacer las necesidades básicas de seguridad, comunicación, gestión energética y confort, del hombre y de su entorno más cercano. Etimológicamente, la palabra domótica fue acuñada en Francia y procede de la unión de domus (casa en latín) y robotique (robótica) ^[1].

Por otro lado por inmótica se entiende a la incorporación de sistemas que proporcionan algún nivel de automatización dentro del equipamiento de las edificaciones del sector terciario, como son hospitales, edificios de oficinas, grandes superficies, parques tecnológicos, etc. De forma óptima e integrada proporciona a los distintos controles y automatismos que se incluyen en el edificio, comunicación, control, monitorización, gestión y mantenimiento de los mismos, es decir, la integración total de elementos y servicios del mismo en un sistema de automatización, cuyo objetivo principal es ayudar o facilitar al gestor del edificio a mejorar la calidad de servicio a sus ocupantes, permitiendo el control y supervisión de personal, controlando las instalaciones técnicas, optimizando los recursos y obteniendo grandes ahorros de energía.

También surge el concepto de Building Management System (BMS) para hacer referencia al nuevo tipo de instalaciones integradas en las grandes edificaciones ^[1]. Además de estos conceptos, existen otras alternativas como edificio sostenible, bioconstrucción, ambiente inteligente, gestión técnica de edificios, urbótica, entre otros, que no quedan bien definidas y la frontera entre unas y otras no es del todo clara.

El proyecto de automatización de un edificio debe buscar soluciones que resuelvan las funcionalidades especificadas por el usuario además de encontrarse acorde con las nuevas tecnologías en el área de la automatización. Se debe diseñar un sistema que cumpla con requerimien-

tos de bajo costo de instalación, costos de reconfiguración reducidos, fácil crecimiento y costos de entrenamiento y mantenimiento reducidos. Debe brindar comodidad, seguridad y la reducción de costos en las diversas áreas que conforman el edificio.

La realidad latinoamericana es diferente en este sentido. Solo algunos países como Argentina, Brasil y México han avanzado en el estudio y sobre todo la implementación de la domótica al diseño de sus edificaciones. Sin embargo, Latinoamérica por su situación económica y socio-cultural debería ser un buen ejemplo de la problemática que la domótica ayudaría a disminuir ^[9]. Algunos de los edificios considerados inteligentes en México son: el World Trade Center, Hospital General Regional No. 1 *Gabriel Mancera*, Edificio Cenit plaza Arquímedes, la Torre Mayor, entre otros.

Características y beneficios del edificio inteligente

Las características que debe cumplir un buen sistema inmótico son la integración, propiedad fundamental de un edificio inteligente. Es lo que diferencia un edificio inteligente de un edificio automatizado. En una instalación automatizada, los diversos autómatas actúan de forma aislada. Al integrar el conjunto de sensores, controles, actuadores, el edificio es capaz de detectar lo que ocurre en su interior y en su alrededor y actuar en consecuencia. La flexibilidad, ya que el sistema debe ser capaz de adaptarse con facilidad a la incorporación de nuevos subsistemas en su arquitectura.

Resulta fundamental que tras una inversión inicial que puede resultar importante, se pueda actualizar de forma rápida y cómoda el sistema con tecnologías futuras. La fiabilidad, ya que el número de funciones que controla el sistema será elevado por lo que es necesario reducir los errores al mínimo para que las consecuencias ocasionadas sean irrelevantes. Manejo sencillo, debido a que el sistema será controlado por más de un empleado y, generalmente, será personal no especializado. Por ello, es necesario que el funcionamiento que permite controlar el sistema sea de fácil uso y rápida comprensión a la hora de aprender a usarlo.

Los costes asociados a la implementación de un sistema inmótico en un edificio pueden parecer, a priori, elevados. Sin embargo, los benefi-

cios que aporta suponen una buena inversión. Además, el desarrollo de las tecnologías y las telecomunicaciones provocan que estos sistemas sean cada día más económicos. Por lo que los beneficios que se obtienen son la reducción en el consumo de energía, debido a que el edificio inteligente controla de forma óptima el uso de la energía, provocando un ahorro económico considerable. Además, contribuye a proteger el medio ambiente. Aumenta el confort, un edificio inteligente proporciona a los ocupantes del mismo un ambiente más confortable, lo que provoca mejores condiciones de trabajo y favorece la producción de los empleados. Aumenta la seguridad, una de las áreas a la que más importancia da un sistema inmótico es la seguridad. Generalmente el edificio contará con un equipamiento caro y con información que deberán ser protegidos ante intrusiones y alarmas técnicas (inundaciones, incendios, etc.). El edificio deberá incluir un sistema que proteja los recursos de forma óptima. Gestión remota, disponiendo de un acceso a Internet, desde cualquier rincón del mundo se puede controlar y variar cualquier parámetro del sistema. Buena impresión, la introducción de tecnología en edificios de oficinas provoca buena imagen ante los clientes.

Además de estos beneficios, propios de la instalación de un sistema inteligente en un edificio y que afectan principalmente al usuario final, se puede considerar que esta nueva industria permite a distintos sectores obtener nuevas oportunidades de negocio y aumentar sus beneficios. Estos sectores son:

Relacionados con el mundo de la construcción. Para promotores, arquitectos y constructores, la inmótica supone un valor añadido a la hora de participar en el competitivo mundo inmobiliario. Por otro lado, los instaladores encuentran una nueva oportunidad de mercado, no sólo en la instalación sino también en el mantenimiento del sistema.

Relacionados con el mundo de la electrónica. Los fabricantes de productos aumentan su área de mercado al diseñar y desarrollar los dispositivos que se van a utilizar en el hogar y la oficina, destacando los fabricantes de electrónica de consumo (música, televisores, etc.) y los de electrodomésticos (lavadoras, frigoríficos, etc.). Además pueden aparecer fabricantes dedicados en exclusiva a los sistemas domóticos (pasarelas, sensores, etc.).

Relacionados con el mundo de las telecomunicaciones. Con la introducción de la domótica/inmótica, los proveedores de servicios ven aumentadas las posibilidades de aplicaciones y servicios que pueden ofrecer. Además, esta incorporación se traduce en un aumento en las ventas de accesos de banda ancha y así los operadores de telecomunicaciones aprovechan en mayor medida la costosa infraestructura que poseen.

Por último, destacar que toda esta actividad económica generada alrededor de los edificios inteligentes supone también un beneficio para el estado y la administración pública. Además, se produce un ahorro energético de forma global y la posibilidad de abrir nuevas vías de investigación y desarrollo.

Niveles de inteligencia de un edificio

El instituto Cerdá, es una fundación privada, que se dedica a asesorar a diversas empresas para el diseño y construcción de edificios inteligentes, han intentado definir los posibles niveles de inteligencia que se pueden encontrar en un edificio, donde el calificativo inteligente asociado, en términos técnicos, a un equipo o sistema, implica la existencia de al menos una unidad de proceso y, un edificio será tecnológicamente inteligente si incorpora en su propia estructura unidades de proceso interconectadas por medio de un sistema abierto de cableado y equipos de comunicaciones.

Las características tecnológicas de un edificio se pueden separar en dos grupos:

- Servicios de automatización del edificio.
- Servicios basados en tecnologías de la información.

Estos grupos se pueden separar a su vez en varios niveles:

Servicios de automatización del edificio

Nivel A0

Pocas instalaciones técnicas automatizadas.

Se lleva a cabo la supervisión de cierto número de puntos; no existe control.

No existe ningún tipo de integración entre los sistemas técnicos.

Nivel A1

Existen sistemas de control centralizado de las instalaciones del edificio.

Poca o nula integración (sistemas de control funcionando independientemente).

Nivel A2

Todas las instalaciones están controladas centralmente totalmente integradas.

Servicios basados en tecnologías de la información

Nivel II

Existen servicios de automatización de la actividad y de telecomunicaciones sin que estén integrados.

Nivel I2

Existen servicios integrados a distintos niveles: cableado, funcionamiento coordinado de los distintos equipos, un entorno Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Tomando las combinaciones más significativas de estos niveles (A0, A1 o A2 con II o I2), se obtienen los distintos grados de inteligencia de un edificio ^[13]. A continuación en la Figura 3, se muestra una matriz con los distintos grados de inteligencia de un edificio.

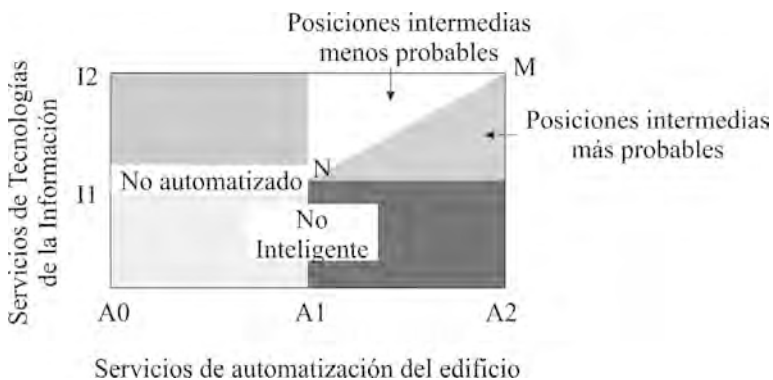


Figura 3. Niveles de inteligencia de un edificio inteligente.

Los puntos N y M representan los grados de mínima y máxima inteligencia respectivamente y las áreas sombreadas indican los grados intermedios.

Sectores relacionados

Existen distintos sectores de la sociedad que se ven afectados de forma más o menos directa con la introducción de la inmótica en la vida diaria. Aunque el principal protagonista es el usuario, ya que es el que va a determinar la evolución del sector, los agentes que también intervienen son ^[14]:

Promotor, es un actor primordial ya que dispone el suelo sobre el que va a construirse, y delimita las características básicas del nuevo edificio. El promotor deberá conocer las nuevas demandas del comprador para ir incorporándolas a las nuevas construcciones.

Arquitecto. Se encarga del diseño del edificio de espacios asegurando el funcionamiento y el cumplimiento de los requerimientos del cliente y deberá determinar las instalaciones de servicios avanzados.

Constructor. Pone en práctica el proyecto del arquitecto, coordinando al colectivo de especialistas que deben instalar las infraestructuras tecnológicas del nuevo edificio. **Inmobiliaria**. Posee contacto directo con el usuario. Tendrá que transmitirle al comprador el valor de los nuevos servicios que incorpora el inmueble.

Instalador. Es el encargado de montar los dispositivos al usuario. Es primordial que conozca las nuevas tendencias y sea cada vez más especializado.

Fabricante de material electrónico. Su contribución es esencial para que la incorporación de los nuevos servicios a la vida cotidiana sea una realidad.

Proveedor de servicios. Ofrecen a los usuarios los servicios y las aplicaciones.

Además, la industria emergente provoca la aparición de nuevos elementos en la actividad empresarial como pueden ser las consultoras de sistemas inteligentes o los integradores de soluciones domóticas.

Normativa para edificios inteligentes

Las nuevas normativas requieren ahora unas medidas de reducción del consumo y equipos que favorezcan el ahorro energético. El protocolo de Kioto instó a los gobiernos de todo el mundo a aprobar una legislación que garantizara un uso más inteligente de la energía en los edificios.

La Unión Europea por ejemplo, estableció un firme compromiso en marzo de 2007 para reducir las emisiones de CO₂ en un 20% en 2020. Como parte del paquete de medidas conocido como 3x20 en 2020, la reducción supondrá un aumento del 20% de la eficiencia energética y un cambio en la mezcla de energía de la Unión Europea (UE) al incluir un 20% de energía renovable ^[3].

Otros países han adoptado un plazo de tiempo algo mayor y unos objetivos más ambiciosos como conseguir una reducción del 50% de las emisiones de CO₂ en 2050. Para alcanzar estos objetivos se requerirá un cambio importante e intensificar esfuerzos para legislar, regular y establecer normas que aumenten la eficiencia energética. Algunas leyes como la ley sobre política energética de Estados Unidos (EU) y la directiva sobre energía de la UE establecieron las reglas para el futuro de esta.

En el sector público y privado la norma EN15232 de la UE calcula el impacto que ejercen los sistemas de automatismos de los edificios en la reducción activa del consumo energético y establecen el ahorro potencial en calefacción y electricidad según el tipo de edificio.

Otra medida es la de aplicar certificados blancos los cuales se conceden por aplicar las medidas de eficiencia energética. Algunos gobiernos exigen a las compañías relacionadas con energía demostrar la ayuda prestada a sus clientes para alcanzar un nivel de ahorro energético concreto. En México, la CFE ha presentado dos estrategias en este sentido, la primera orientada a reemplazar focos incandescentes por lámparas ahorradoras, la segunda cambiando equipos de refrigeración poco eficientes por otros de mejor rendimiento.

El contexto normativo legal ofrecerá las pautas que se deben seguir con base a los requerimientos impuestos a través de los diferentes institutos y organizaciones que establecen guías, normas y leyes; las cuales

se deben seguir para cumplir con los requerimientos que estos imponen, brindando un camino claro para los diferentes escenarios que se pisaran durante el desarrollo de la investigación.

Una más es el sistema de calibración de edificios ecológicos (LEED), desarrollado por el consejo de edificios ecológicos de EU (USGBC). El cual presenta una serie de normas para la construcción y renovación de edificios ecológicamente sostenibles. Desde su creación en 1998, LEED ha ido creciendo hasta integrar a más de 30 países en la actualidad.

En México, el Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI), establece que un edificio inteligente debe cumplir con cinco puntos en igualdad de importancia:

- Máxima economía, para la eficiencia en el uso de energéticos.
- Máxima flexibilidad, para una mayor adaptabilidad a un bajo costo a los continuos cambios tecnológicos requeridos por sus ocupantes y su entorno.
- Máxima seguridad, que tenga la capacidad de proveer un entorno ecológico interior y exterior; entorno al usuario respectivamente habitable y sustentable, altamente seguro y patrimonio que maximice la eficiencia en el trabajo a los niveles óptimos de confort de sus ocupantes.
- Máxima automatización, eficazmente comunicativa en su operación y mantenimiento de las actividades que se realicen.
- Máxima predicción y optimización, operación y mantenimiento bajo estrictos métodos de la actividad.

La norma ISO 6385, abarca los principios ergonómicos de la concepción de sistemas de trabajo. Esto es de vital importancia porque en ella se abarcan los factores humanos, tecnológicos y organizacionales que afectan el comportamiento en el trabajo y al bienestar de los hombres como parte del sistema de trabajo.

Ofrece una orientación básica en principios ergonómicos para proyectar los sistemas de trabajo. Esta puede ser aplicada en todo tipo de organizaciones y de trabajos, ya sean realizados en fábricas, hoteles o en oficinas; en grandes y pequeños establecimientos comerciales o institucionales.

El IMEI, también menciona un apartado para seguridad donde se hace mención a dos documentos, para establecer una guía para estos sistemas ^[15], aprobados por el American National Standards Institute (ANSI), los cuales son:

- a. NFPA730, Guías para la seguridad en instalaciones, proporciona criterios para la selección de un programa de seguridad para reducir vulnerabilidades. Prevé consideraciones especiales para la protección de sus ocupantes en virtud de la importancia que tienen las personas sobre los sistemas de seguridad.
- b. NFPA731, Estándar para la instalación de sistemas de seguridad electrónicos en lugares donde se desarrollan actividades. Es un estándar de instalación que establece los requisitos mínimos para el uso, instalación, funcionamiento, pruebas y el mantenimiento de sistemas de seguridad físicos y sus componentes.

Ejemplo de aplicación: Caso UNICACH

En la Universidad de Ciencias y Artes de Chipas (UNICACH), específicamente en ciudad universitaria, se realizó un estimado del consumo de energía eléctrica con base a los equipos con que se cuenta en las diferentes escuelas que la integran, de un total de 16 edificios, obteniéndose los datos que se presentan en la Tabla 1.

De la Tabla 1, se puede observar que la mayor demanda de energía se debe principalmente al empleo de aire acondicionado, seguido de la iluminación y ventilación, de las aulas considerados como los principales factores que determinan el consumo final de energía eléctrica.

Tabla I. Consumo de energía eléctrica en ciudad universitaria.

Edificio Equipo	Porcentaje de consumo de electricidad en cada edificio															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Iluminación	18.1	12.3	10.0	22.2	19.2	25.0	6.7	8.0	10.0	13.3	12.1	27.4	9.1	21.3	58.1	8.7
Aire acondicionado	66.2	51.8	73.8	46.1	58.7	48.7	87.5	90.7	75.0	77.4	70.5	51.9	72.7	59.1	-	71.8
Ventiladores	8.7	3.9	12.8	3.8	-	-	-	-	2.4	3.1	2.9	14.1	4.0	9.1	25.6	1.6
Computadoras	2.8	27.6	-	23.8	15.0	13.7	1.4	0.9	5.9	3.0	7.1	-	11.8	4.7	-	17.1
Impresoras	0.8	1.1	0.9	1.0	4.8	6.2	2.4	0.2	4.0	1.2	4.8	-	1.0	1.1	-	0.6
Proyectores	3.4	3.0	2.3	2.8	2.0	6.2	1.7	-	2.5	1.6	3.0	6.4	1.0	4.5	16.1	-
Total																
de gasto aproximado en KW/h	34.58	52.49	60.52	28.32	39.87	29.00	68.09	54.25	63.34	48.50	52.47	21.82	54.90	26.47	11.14	68.55

La propuesta de este trabajo fue establecer sistemas que permitan ahorrar y hacer un uso eficiente de esta energía, para minimizar costos, al reducir el pago de la facturación eléctrica, preservar nuestros recursos naturales y de nuestro planeta, lo que implica menos deforestación y disminución en el consumo de combustibles fósiles utilizados para generar energía eléctrica y la consecuente reducción de emisiones contaminantes al medio ambiente.

Cabe mencionar que ahorrar energía no significa dejar de utilizar los equipos, ni estar en penumbras, ni apagar el aire acondicionado, si el clima es extremo; sino más bien hacer un uso racional de los mismos. La comisión nacional de ahorro de energía (CONAE) estima que en México se tiene un potencial de ahorro de energía superior al 20%, lo que significa una economía de 100 mil millones de pesos al año ^[6].

Sistema automático de iluminación

En la actualidad se producen desperdicios sustanciales de energía eléctrica en CU, lo cual se ve reflejado en la facturación realizada por tal servicio; por lo cual se desea implementar un sistema que permita reducir el uso innecesario de energía en las diversas áreas de los edificios de CU, durante el tiempo en que ninguna persona se encuentra en las instalaciones, con el propósito de obtener una significativa reducción en los costos por energía eléctrica destinada a iluminación, además de contar con un nivel adecuado de luz en cada sector de la infraestructura dependiendo de su funcionalidad. Para el caso de iluminación, la Figura 4, presenta una curva típica obtenida en un lapso de muestreo de un día.

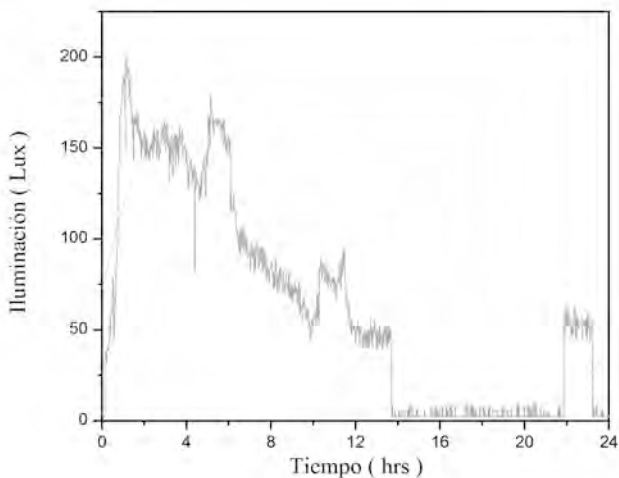


Figura 4. Curva de iluminación obtenida en un día en el aula seleccionada.

En la Figura 4 se observa que a pesar de haber una intensidad de luz aceptable para iluminar un aula, superior a 100 lux válido para interiores [17], existen variaciones de ésta, que indica que se activó el sistema de iluminación del aula, lo cual no debió suceder, ya que es un gasto de energía, mientras que a valores inferiores, que se considerarían suficientes para un espacio pequeño, para condiciones de lectura se requiere de mayor iluminación por lo que se considera aceptable la activación de las luminarias.

Se requiere por lo tanto un sistema que permita controlar el nivel de iluminación proporcionado por las luminarias en función del nivel de luz natural, a partir del estado de ocupación de cada una de las áreas durante un día, a cualquier hora y que todos los parámetros de operación puedan visualizarse y monitorearse constantemente. Cabe señalar que la utilización y aplicación de tecnologías de vanguardia en lo que se refiere a lámparas ahorradoras de energía, luminarias eficaces y dispositivos de control eléctrico, así como la correcta utilización de la luz natural para obtener la administración de energía en el sistema de iluminación y crear en el inmueble un ambiente agradable, sería lo recomendable, pero dadas las condiciones de infraestructura ya establecidas en la UNICACH, sería conveniente en un trabajo a futuro abordar de manera integral este concepto.

Además de lo anterior, al diseñar un sistema de iluminación para un edificio bajo el concepto de ahorro de energía se debe considerar el costo inicial contra el costo de operación más el costo de mantenimiento, teniendo en cuenta que el costo inicial, incluye el costo del equipo, colocación e instalación contra el costo de operación producido por el consumo de energía eléctrica y el costo de mantenimiento donde incide principalmente la vida útil de la fuente de iluminación. Por lo que el objetivo fue diseñar un sistema de automatización que permitiera mejorar las condiciones de confort, seguridad y ahorro energético para un edificio utilizado para la enseñanza.

Sistema automático de temperatura

El confort térmico es un concepto subjetivo que expresa el bienestar físico y psicológico del individuo cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que se desarrolla.

Se sabe que la mayoría de la gente se siente confortable cuando la temperatura oscila entre 21°C y 26°C, y la humedad relativa entre 30% y 70%. Estos valores se aplican cuando las personas están vestidas con ropa ligera, a la sombra y relativamente inactivas [18].

Tuxtla Gutiérrez se localiza en las coordenadas 16°38' y 16°51' de latitud norte; y en las coordenadas 93°02' y 94°15' de longitud oeste, a 536 MSNM. El clima existente en la ciudad es en promedio cálido subhúmedo con lluvias en el verano, con un 65% de humedad relativa en promedio el 2011. La temperatura media anual es de 25.4°C. La temporada cálida dura desde mediados de febrero hasta septiembre. El período más caluroso del año es desde abril hasta la segunda semana de mayo. La temporada fresca dura desde mediados de noviembre hasta inicios de febrero. El período más frío del año es el mes de diciembre cuando la temperatura puede llegar a descender hasta 12°C.

Existen diferentes técnicas para mejorar la temperatura en áreas específicas como ubicación de árboles y arbustos para proporcionar sombra y enfriamiento por evaporación, superficies exteriores con colores claros o adoquines calados que favorecen mayor disponibilidad

de áreas verdes y contribuyen a una reducción adicional de energía, lo anterior serían condiciones aprovechables en un futuro para mejorar el ahorro de energía. Para este trabajo se desarrolló un sistema de control que permitiera el manejo de los sistemas de ventilación ya existentes.

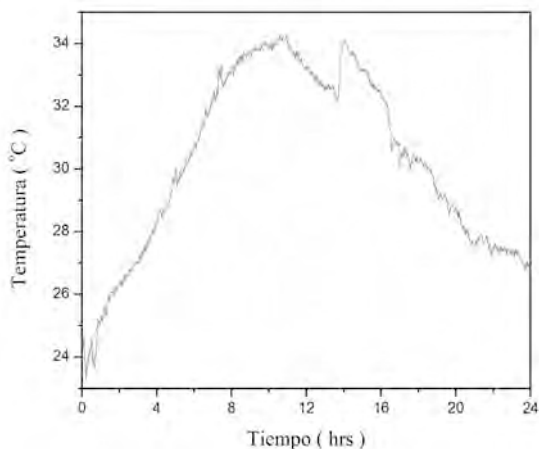


Figura 5. Curva de temperatura obtenida en un día en el aula seleccionada.

La Figura 5, presenta la curva típica de temperatura en un día promedio. Se observa en los círculos una caída de temperatura considerable la cual fue debida a la activación del sistema de ventilación del aula. El propósito del sistema de ahorro de energía fue evitar acciones de ventilación en ocasiones en donde la temperatura fuese aceptable, para el caso de la curva presentada ambas caídas se observan a temperaturas superiores a 30°C, por lo que se consideró viable. Sin embargo hay ocasiones en las que a pesar de haber valores de temperatura alrededor de 26 y 27°C se activó el sistema de ventilación, por lo que no debe ser admitido ya que es un gasto de energía innecesario.

Arreglo experimental

Teniendo datos sobre la demanda de energía eléctrica en ciudad universitaria de la UNICACH, se desarrolló e implementó un dispositivo

electrónico que permitiera controlar el gasto en un aula de la universidad, la Figura 6, presenta el diagrama esquemático del sistema de control de ventilación propuesto.

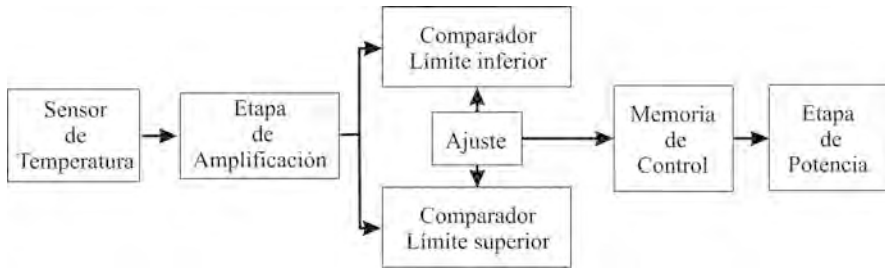


Figura 6. Diagrama esquemático del sistema automático de ventilación propuesto.

El sistema de control de ventilación se diseñó a partir de un sensor de temperatura LM35, el cual abarca un rango de temperatura que va desde -55°C hasta 150°C , además de proporcionar 10 mV por cada grado centígrado medido, pero debido a que este voltaje es muy pequeño, se requirió de una etapa de amplificación para ser acoplado con las otras etapas, esta fue basada en un amplificador no inversor, el cual permite una ganancia G de voltaje a la salida determinado según la siguiente ecuación:

$$G = 1 + \frac{Rr}{RE} \quad (1)$$

Donde Rr es una resistencia de referencia y RE es una resistencia de entrada, ambas definidas en Ohms, para este caso en particular se definió una ganancia de 11, la cual se logró utilizando una resistencia de referencia de 10 k y una de entrada de 1 k , con este valor de ganancia es posible ahora acoplar la señal a las otras etapas del sistema.

Las etapas de comparación son utilizadas para determinar los límites de referencia de temperatura máxima y mínima de trabajo, los cuales pueden ser ajustados mediante una etapa para este propósito.

La etapa de memoria de control es utilizada para controlar el encendido y apagado del ventilador, lo que hace es memorizar el valor de

referencia mínima y máxima y activar o desactivar el ventilador únicamente hasta que se superen ambas referencias en orden ascendente o descendente respectivamente, lo cual es importante para evitar trabajar con rangos pequeños o grandes en diferencias de temperatura.

Por último el sistema consta de una etapa de potencia, la cual servirá para aislar la etapa de baja potencia con la requerida por el ventilador, que utiliza el voltaje de línea de corriente alterna.

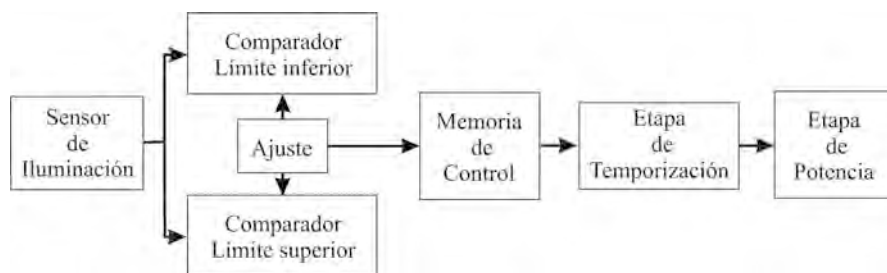


Figura 7. Diagrama esquemático del sistema automático de iluminación propuesto.

Para el caso de la iluminación se utilizó un sistema similar, Figura 7, aunque este no requirió de una etapa de amplificación, éste utiliza un sensor de luz (LDR), el cual presenta un nivel bajo de resistencia ante la presencia de luz, y, un elevado nivel de resistencia ante la ausencia de luz, el problema en este tipo de sistemas son las variaciones excesivas de iluminación durante el día lo cual hace necesario utilizar un sistema que evite estas transiciones, por lo que se diseñó una etapa de temporización, que espera un tiempo determinado, antes de activar a la etapa de potencia, lo anterior se puede calcular utilizando la siguiente ecuación:

$$T = 1.1 CR \quad (2)$$

Donde C representa el valor del capacitor, R es el valor de la resistencia, ambos forman un circuito RC . Esta sección evita que el balastro de las lámparas no se dañe debido a las oscilaciones de encendido y apagado por efecto de las variaciones de iluminación naturales.

Un dispositivo agregado al sistema de control de iluminación y ventilación, fue el empleo de detectores de presencia que también favorece el ahorro, ya que activa o desactiva servicios impidiendo que se haga un consumo indiscriminado de energía eléctrica. Las funciones de mayor importancia que podrá desempeñar el sistema son: apagado automático de fuentes de luz.

Estos sensores usan dos tipos de tecnología para detectar la presencia de personal en un área. La primera es por medio de detectores ultrasónicos y la segunda con detectores infrarrojos activos o pasivos. Ambas tecnologías operan en forma similar, ya que al detectar actividad en el área que controlan varían una señal de bajo voltaje que activa los sistemas de iluminación y ventilación cuando los ocupantes entran y permanecen en el espacio, lo anterior siempre y cuando las condiciones de iluminación y temperatura así lo requieran.

Los sistemas son desactivados después que el espacio es desocupado dentro de un periodo de tiempo predeterminado y ajustado [19]. En la Figura 8, se presenta una imagen del sistema de control realizado, presentando las piezas utilizadas así como su disposición física.

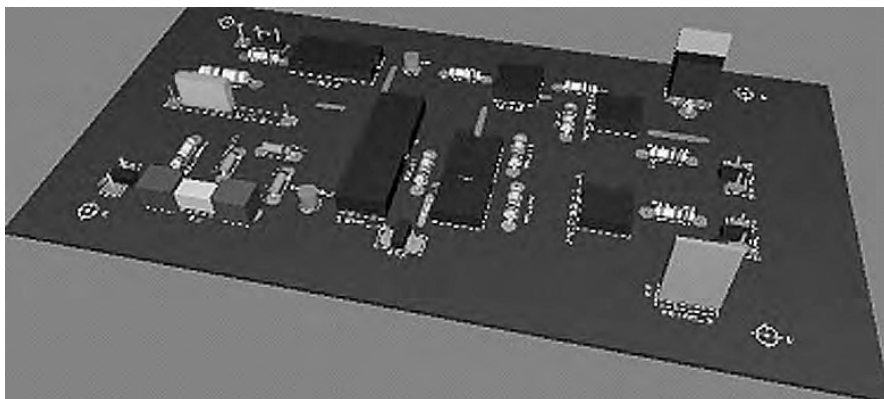


Figura 8. Sistema de ahorro de energía implementado.

Cabe señalar que ningún sistema de ahorro es funcional por si solo sino se observan buenas prácticas como apagar la iluminación en las áreas donde se tenga suficiente aportación de luz natural, así como en

áreas exteriores, realizar una buena limpieza en las lámparas que se encuentren sucias, lo que mejorará el nivel de iluminación, mantener limpias las aspas del sistema de ventilación, así como una revisión periódica y mantenimiento de las instalaciones. Además de concientizar a la población sobre el desperdicio de energía y sus afectaciones económicas y ambientales.

En trabajo a futuro se pretende mejorar el sistema mediante el uso de herramientas como Arduino, la cual es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Creada para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos; puede adquirir información del entorno a través de sus terminales de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores, sin embargo este sistema a pesar de que cuenta con tecnología Ethernet, el manejo de tecnología Xbee de la compañía MaxStream, permite agregar conectividad inalámbrica al sistema.

Los módulos Xbee proveen dos formas amigables de comunicación: Transmisión serial transparente (modo AT) y el modo API que provee muchas ventajas. Estos pueden ser configurados desde una PC utilizando el software apropiado o bien desde un microcontrolador, tecnología de la cual se basa Arduino. Los Xbee pueden comunicarse en arquitecturas punto a punto, punto a multipunto o en una red mesh.

La elección del módulo XBee correcto pasa por escoger el tipo de antena (chip, alambre o conector SMA) y la potencia de transmisión (2 mW para 100 m o 60 mW para hasta 1.6 km). Estos sistemas pueden ser acoplados al sistema desarrollado en este trabajo de tal forma que no se requiera de grandes modificaciones para su interconexión, lo que permite minimizar costos por expansión.

Comentarios finales

Derivado de los datos obtenidos se observó un desperdicio de energía eléctrica en salones de clases a pesar de estar en condiciones excelentes para laborar y que al utilizar los dispositivos descritos se logró el

ahorro de energía, esto tendrá un efecto positivo en la facturación por energía eléctrica en ciudad universitaria, tomando en cuenta que podría hacerse de manera macro e implementarse en todas las áreas de la universidad, además de que el costo es bajo (relativo) para implementar los dispositivos concluyendo en beneficio evidente y logrando optimizar el uso de la energía.

Los edificios inteligentes presentan una gran capacidad de adaptación de forma autónoma a los cambios ambientales mediante el empleo de sofisticadas tecnologías. No obstante, existen también edificaciones que gracias sus características intrínsecas (orientación, configuración, disposición de aberturas, tratamiento de fachadas, etc.) logran un excelente comportamiento bioclimático a menores costos, menor consumo energético y menor dependencia tecnológica.

Es necesario realizar un estudio de los alcances del sistema propuesto, así como la mejora constante del mismo hasta lograr un dispositivo integral que permita disminuir el consumo de energía eléctrica y concientizar a la población sobre los beneficios de esto.

Referencias

1. Srinivas, S., 2009. *Green buildings, benefits and impacts*. Proceedings of international conference on energy and environment, ISSN: 2070-3740.
2. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2010. *Guía práctica de la energía. Consumo eficiente y responsable*. IDAE, Madrid, España.
3. Schneider electric, 2010. *Soluciones de eficiencia energética para edificios*. Barcelona, España.
4. De Buen-Rodríguez, O. D., 2007. Energy efficiency and conservation in Mexico, En revista *Environmental Science and Engineering*, Pág. 65-74.
5. Rodrigo, J. C., 2004. *Perspectiva de la calidad de la Energía eléctrica y su importancia en México*. Asociación de normalización y certificación, A.C.
6. Secretaria de Energía (SENER), 2009. *Energía renovable en México y la Política Energética*. México. Pág. 18-23.

7. Comisión Federal de Electricidad, 2011. *Estadística de ventas, Histórico Chiapas*.
8. Waldo, B., 2006. *Instituto Mexicano del Edificio Inteligente*.
9. Arciniegas, L. M., 2005. *Criterios tecnológicos para el diseño de edificios inteligentes*. Telematique, Vol. 4, No 2, pp. 27-43.
10. Quintero, J. M., Lamas, J. y Sandoval, J. D., 2003. *Domótica: sistemas de control para viviendas y edificios*. Paraninfo Madrid, España.
11. APEC, 2006. *APEC Energy Supply and Demand Outlook*.
12. Ángel, P., 1993. *Domótica y espacios cotidianos*. Secretaría de cultura y tecnología, Argentina.
13. Instituto Cerdá, 1989. *Área de telecomunicaciones, edificios y áreas inteligentes, Definición de un concepto inteligente*. 1ª edición, Barcelona, España.
14. Coomonte, R. *Jornada sobre hogar digital*. Foro UPM Universidad-Empresa de encuentro, oportunidades y alternativas tecnológicas, 2005.
15. NFPA 730: 2011. *Guide for Premises Security*. Edition, Softbound, 87 pp.
16. Secretaria de Energía (SENER), 2009. *Energía renovable en México y la Política Energética*. México. Pp. 18-23.
17. NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
18. Sosa, M. E., 2004. *Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes*. IDEC, primera edición, Caracas, Venezuela.
19. LEVITON, 2008. *Guía de selección de productos de control para la iluminación*.

Capítulo V. Techo verde-domotej en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: sistema no convencional para mejorar el comportamiento térmico de la vivienda de interés social

Gabriel Castañeda Nolasco

José Luis Jiménez Albores

Resumen

Ante los problemas provocados por la excesiva ganancia térmica a través del techo de concreto armado, utilizado en más del 70% de las viviendas construidas en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas ^[1], en especial las viviendas de interés social, se expone el resultado de la comparación experimental del comportamiento térmico de dos sistemas de techo: concreto armado y el techo no convencional denominado *Domotej-Techo Verde*, desarrollado en COCOVI con el fin de mitigar la penetración de calor radiante. El análisis térmico se realizó con base en la climatología dinámica, definiendo un día típico experimental, en el que se comparó las temperaturas superficiales interiores de los dos sistemas de techos, obtenidas por medio de colectores automáticos de datos de la marca HOBO. Los resultados comprueban la conveniencia de la aplicación del *Domotej-Techo Verde*, sumando beneficios asociados a la necesidad de reducir la velocidad del escurrimiento del agua pluvial, en una ciudad que sufre de inundaciones recurrentes y su precio, pues permite que la población objetivo pueda adquirirlo.

Introducción

Tuxtla Gutiérrez, capital del estado de Chiapas, se localiza en la frontera sur de México (Figura 1), en una zona tropical con lluvias en verano, con tipo climático Aw, según la clasificación de W. Koeppen ^[2], por lo que en gran parte del año se tienen temperaturas altas durante el día, llegando incluso en casos excepcionales, hasta 42°C, sin embargo la mayor parte del año las temperaturas se mantienen cercanas a los 30°C.



Figura 1. Mapa de Localización de Tuxtla Gutiérrez, en Chiapas, México. Fuente: <http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www2.luenticus.org/mapas/mexico/chiapas>.

De acuerdo con Morillón ^[3], en el mapa del bioclima de México, se muestra calor en casi todo el territorio nacional durante más de siete meses, destacando en el sureste, Chiapas y Yucatán, donde solamente

en los meses de diciembre y enero se percibe un pequeño cambio que puede hacer descender la temperatura.

Por otra parte, en Tuxtla Gutiérrez, como en muchas ciudades del país, se ha experimentado un crecimiento urbano alarmante en las últimas décadas a partir de la década de los setentas, con una notable reducción de la superficie cubierta por vegetación, por el incremento en la construcción de diferentes tipos de edificaciones, aumentando la superficie de terrenos cubiertos con concreto (hidráulico y asfáltico), en calles, parques, patios, techos, entre otros, lo que presupone el incremento en la temperatura del microclima, de estas zonas de la ciudad en general y, en las edificaciones en particular, por el almacenamiento de energía radiante durante el día y su liberación por la noche.

En Tuxtla Gutiérrez en el periodo de primavera, un sistema de techo de concreto armado, comúnmente utilizado en la vivienda, de acuerdo con mediciones experimentales [4], alcanza una temperatura superficial de 45°C, cuando la temperatura del aire exterior es de 37°C y, sin ningún sistema activo o pasivo para el mejoramiento de las condiciones térmicas del interior del edificio, la temperatura del aire interior llega a 35°C, manteniéndose dicha temperatura durante 12 horas por arriba de los 30°C a partir del mediodía, temperatura que puede considerarse como límite para que el ser humano no sufra problemas en su metabolismo por estrés térmico, considerando que la temperatura de la piel se mantiene entre 31 y 34°C [5].

Con base en lo anterior, se entiende que las personas que habitan bajo techos de concreto armado, sin ningún tipo de protección contra la radiación solar directa, sufren estrés térmico que con el tiempo puede afectar, no sólo su comportamiento o rendimiento físico, sino también su salud. Sumado a esto cabe hacer notar la utilización de medios mecánicos o de climatización artificial, lo que impacta en el incremento del consumo de energía eléctrica, con los efectos económicos negativos.

Por todo lo anterior, en el presente trabajo, se partió del análisis térmico del techo de concreto armado, considerando los resultados como el parámetro a mejorar por medio de la propuesta de un sistema de techo alternativo, que reduzca la penetración de calor radiante a la vivienda, comparando la temperatura superficial interior de los dos sistemas mencionados, para demostrar la eficiencia de la propuesta.

Análisis climático

Para desarrollar el trabajo experimental en el que se tiene como objetivo central la comparación de las temperaturas superficiales de los dos sistemas de techo: concreto armado y *Domotej* (propuesto en este trabajo), se determinó un periodo de evaluación representativo de calor mediante la identificación de la época de mayor calor en el contexto de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, con base en el análisis de las normales climatológicas del lugar (1951-1980), con lo que se determinó como periodo a estudiar el rango comprendido a partir de la mitad del mes de abril hasta la mitad del mes de mayo, que conforma un periodo con temperaturas altas durante el año (Figura 2).

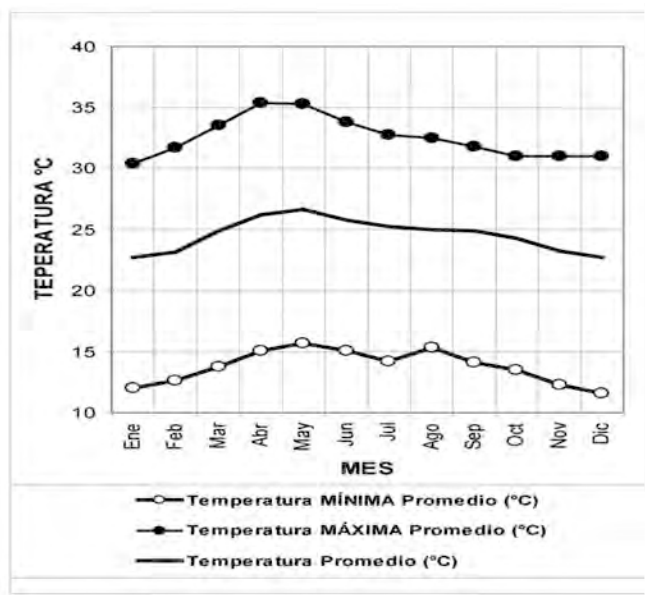


Figura 2. Normales Climatológicas de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 1951-1980. Fuente: Datos obtenidos del Sistema Meteorológico Nacional.

Con base en lo anterior, y con apoyo en la teoría de la climatología dinámica [6], se determinó que el periodo entre el 15 de abril al 15 de mayo de 2006, es el periodo para desarrollar el experimento (Figura 3),

durante el cual se definió un periodo representativo de calor, dominado por la masa de aire caliente, que al observar el ritmo climático [7].

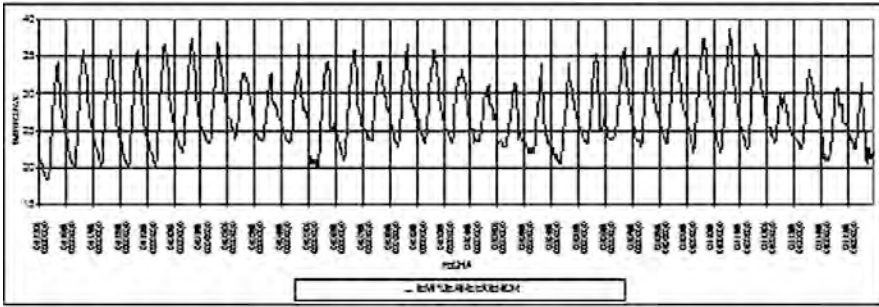


Figura 3. Periodo representativo de calor del 15 de abril al 15 de mayo de 2006.

El periodo de estudio fue del 2 al 12 de mayo de 2006 (Figura 4), periodo donde se alcanzaron las temperaturas más altas de 2006 que, a pesar de que el día 10 de mayo fue el más caluroso del año en Tuxtla Gutiérrez, pues llegó a 38.77°C , se definió como día típico experimental [6], el 7 de mayo debido a que ese día presentó una temperatura máxima de 36.13°C , superando solo por 1°C la media de las temperaturas máximas de las normales climatológicas de Tuxtla Gutiérrez, de 1951-1980, que ascendieron a 35°C , por lo que la temperatura del día 7 de mayo puede considerarse como más frecuente de suceder en la época de calor de Tuxtla, por lo que en ese día se realizó el experimento.

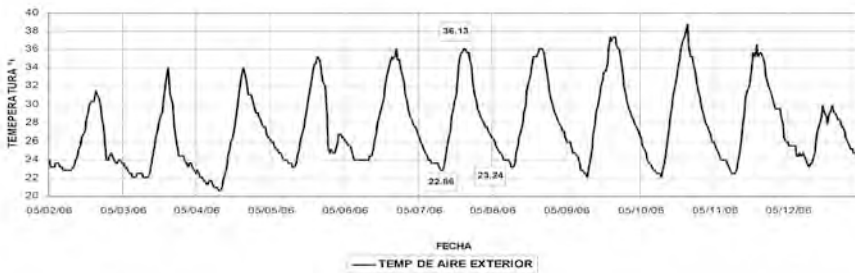


Figura 4. Periodo representativo de calor del 2 al 12 de mayo de 2006, donde se determinó al día 7 como el día típico experimental.

Descripción de los procesos constructivos de las tecnologías

El techo de concreto armado es una placa monolítica de 10 cm de espesor, compuesta de cemento, arena y grava, con un armado de acero de refuerzo, pudiendo ser con varilla corrugada de 3/8", o mallas electrosoldadas 6x6-10/10, para contrarrestar los refuerzos de tensión (Figura 5).

En Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, el techo de la vivienda es construido, hasta en el 71% de los casos con una placa de concreto armado, generalmente de 10 cm de espesor fundido monolíticamente en el lugar^[1], lo que inicialmente exige una inversión considerada entre el 20% y 30% del costo total de la vivienda^[8].

Lo anterior se aplica en todos los niveles socioeconómicos de la población que, a pesar del alto precio de los materiales, se explica a partir de los conceptos predominantes de vivienda segura y duradera, incluso los habitantes de las colonias precarias aspiran llegar a construir su techo con esa tecnología, que a lo largo de un periodo prolongado entre 15 y 20 años, es logrado^[1].

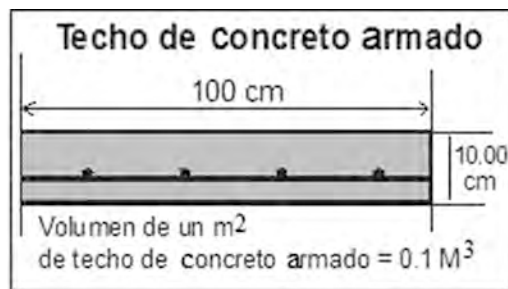


Figura 5. Corte esquemático de techo de concreto armado, con el cálculo del volumen de concreto en un metro cuadrado de techo.

Los techos comparados durante el experimento corresponden a dos viviendas ocupadas, construidas con paredes de ladrillo de 15 cm de espesor y repelladas con mortero cemento-cal-arena, en ambas caras, y los ambientes interiores, sin ser determinantes para el ejercicio comparativo, mantienen dimensiones similares; por lo que el techo es el componente significativamente diferente en las viviendas.

Por su parte la propuesta de techo alternativo *Domotej*, se compone de piezas prefabricadas con forma de casquete de base cuadrada de $96 \times 96 \text{ cm}^2$, elaborada con 24.5 piezas de tabique artesanal de arcilla cocida de $2.5 \times 12 \times 26 \text{ cm}^3$, en contacto directo una con otra, colocadas formando una espiral y unidas con una capa de mortero cemento arena de un centímetro de espesor proporción 1:3, con un refuerzo de alambre recocado perimetral. En las fotografías de la Figura 6 se presentan parte del proceso de fabricación de una pieza del sistema *Domotej*.



Figuras 6. Parte del proceso de fabricación de una pieza de componente para techo *Domotej*, elaborado en instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, México, en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Es importante exponer que debido a que los componentes de techo *Domotej* son prefabricados en el suelo y en una superficie plana, no se requiere de cimbra para construir un techo con este sistema, adicionalmente no se genera residuos pues se controla el manejo de los materiales, desde la modulación de las piezas de tabique, donde la clave del casquete es la mitad de una pieza cortada específicamente, hasta la

utilización racionada de cemento y arena, con dosificación controlada para la fabricación de cada pieza.

Una vez con los componentes suficientes se construyó el techo que fue evaluado térmicamente (Figura 7), donde las piezas prefabricadas se apoyaron sobre vigas de metal, de perfil monten de 2"x4" de calibre 14, con anclas metálicas de ½", soldadas a las vigas para contrarrestar el esfuerzo cortante. Finalmente el sistema es integrado por un recubrimiento de concreto de 3 cm de espesor, medido en la cúspide de cada casquete armado con una malla de acero electrosoldada 6-6/10-10 (Figura 8).

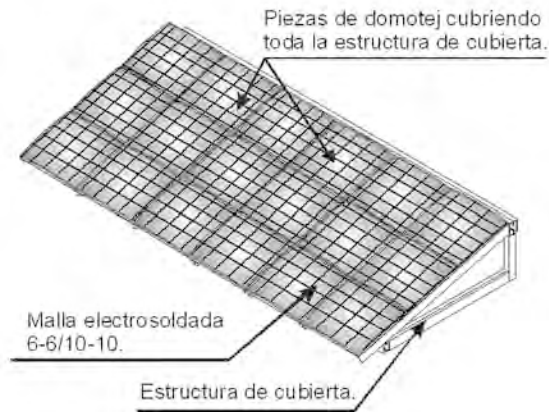


Figura 7. Detalle de techo alternativo *Domotej*.

Cabe enfatizar que las superficies superiores de ambos sistemas de techo tienen el mismo acabado, tanto en rugosidad y color.

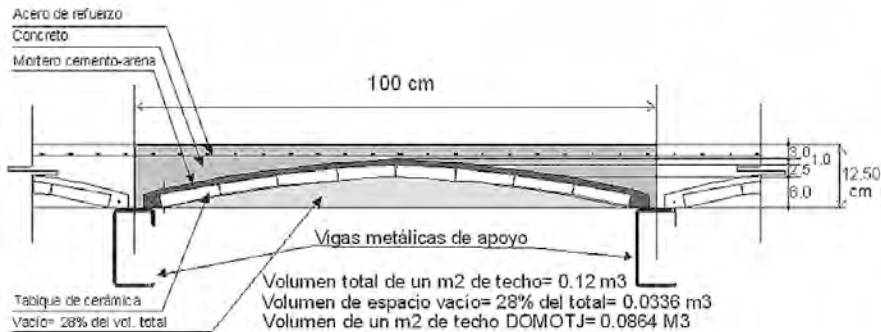


Figura 8. Corte de un metro cuadrado de techo Domotej con el cálculo de volumen de concreto utilizado.

El equipo de mediciones

El equipo de mediciones térmicas utilizado fue de la familia HOBO 8 para interiores y exteriores (Figura 9), programado para realizar un registro continuo cada 20 segundos con promedios a cada media hora, en la primera etapa el experimento se realizó a partir del día 15 de abril hasta el día 15 de mayo de 2006.



Figura 9. Equipo de registro térmico continuo, de la familia HOBO 8.

En esta primera etapa del experimento se obtuvieron los registros térmicos (Figura 10), realizados durante el día 7 de mayo de 2006 definido como típico experimental [6], exponen la comparación del comportamiento térmico de los dos sistemas de techo: *Domotej* y de concreto armado.

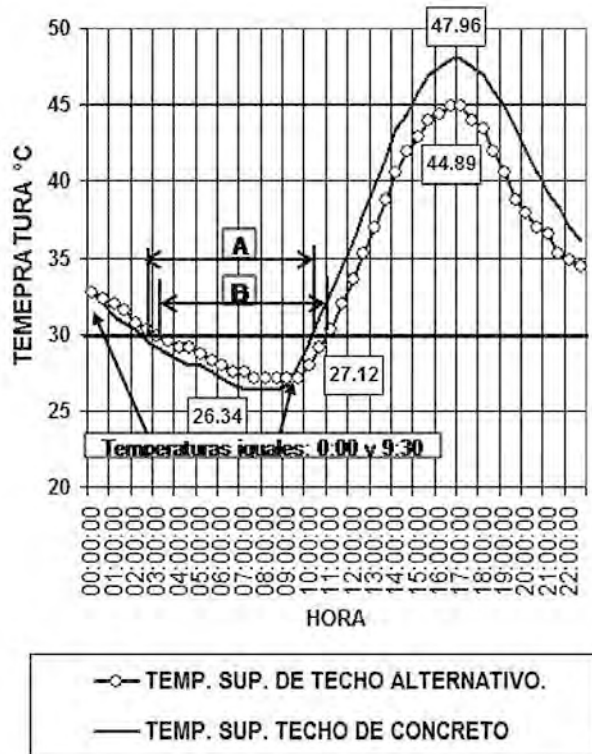


Figura 10. Gráfica donde se comparan las temperaturas superficiales interiores de los sistemas de techo, el día típico experimental, 7 de mayo de 2006.

Donde se tomó como límite máximo aceptable a los 30°C, lo que representa un grado centígrado abajo de la temperatura superficial de la piel [5], debido a que se considera que cuando el techo pasa de esa temperatura, puede estar aportando calor a los habitantes de la vivienda y, por consecuencia, efectos negativos.

Los dos sistemas de techo presentaron temperaturas superficiales interiores iguales en dos momentos, a las 0:00 horas, 32.76°C , y a las 9:30 horas, 27.12°C . El primer momento fue cuando la temperatura superficial del techo de concreto descendió, quedando por debajo de la temperatura superficial del techo del sistema *Domotej* hasta por un grado centígrado durante las nueve horas próximas, siendo hasta las 9:30 horas cuando la losa de concreto armado se calentó e igualó la temperatura interior del techo *Domotej*.

1. Las temperaturas superficiales de los dos sistemas de techo llegaron a 30°C , con media hora de diferencia, siendo el techo de concreto armado el que se calentó más rápido y los dos sistemas mantuvieron 8 horas con temperatura por debajo de los 30°C , con media hora de desfase, como puede observarse en las magnitudes A y B (Figura 10). Las temperaturas superficiales interiores alcanzadas por los dos sistemas de techo superan los 30°C durante 16 horas.

Del ciclo experimental comparando las diferencia de media hora entre ellos, desde las 10:30 a.m., hasta las 2:30 a.m. del siguiente día, en el caso de la losa de concreto y de las 11:00 a.m., hasta las 3:00 a.m. del día siguiente.

2. En ambos sistemas de techo se aprecia captación de energía solar, desde las 9:00 horas en el techo de concreto y desde las 9:30 en el caso del *Domotej*.
3. En la misma comparación se aprecia que los dos sistemas de techo alcanzan su temperatura máxima a las 17:00 horas, siendo el techo alternativo 3.07°C menos caliente (44.89°C), que el techo de concreto armado (47.96°C).

Discusión de los resultados

En los resultados se observaron dos variables de mayor importancia para el experimento a favor del sistema de techo *Domotej*: el retraso térmico de media hora y el amortiguamiento de temperatura de 3°C .

El retraso térmico logrado por el sistema de techo alternativo puede atribuirse a que entre los dos sistemas de techo existe una diferencia en los materiales que los constituyen, además del volumen que es menor en el *Domotej* hasta en 13%.

El *Domotej* se compone de dos materiales, mortero y ladrillos de arcilla cocida, mientras que el techo de concreto armado se compone de concreto y acero, por lo anterior el factor de conductividad térmica de los materiales es diferente, en el caso del *Domotej*: 0.530 W/mK¹² para el mortero y 0.814 W/mK para el ladrillo, en el caso de concreto armado: 1.750 W/mK para el concreto y 50 W/mK para el acero^[9], sumado a que la geometría utilizada en el *Domotej* admite la colocación de los tabiques de arcilla cocida en forma de casquete, permitiendo la reducción en el volumen de mortero utilizado, por todo lo anterior se entiende que el calor radiante del exterior no penetra con la misma velocidad en los dos materiales, favoreciendo al *Domotej*.

Para el caso del amortiguamiento térmico de un poco más de 3°C presentado por el *Domotej*, también está relacionado con los materiales utilizados pues cada material tiene una capacidad diferente de almacenamiento de calor (calor específico), que al relacionarlo directamente con el volumen del techo (calor específico volumétrico), define la cantidad de calor total que es capaz de almacenar, lo que se percibe en la diferencia lograda entre los dos sistemas de techo, logrando su máximo calentamiento a las 17 horas.

Con base en lo anterior y al comprobar que la ventaja térmica lograda con el techo *Domotej* es pequeña, tan solo de 3°C sobre el techo de concreto armado, se optó por adicionarle una capa de pasto sobre un sustrato de tierra de 10 cm de espesor (Figuras 11 y 12), con lo que se construyó un techo verde, tomando como base el sistema *Domotej*, debido a que el techo verde experimenta una mezcla de dos efectos térmicos: sombrear la superficie con el pasto y agregar al sistema masa térmica mediante el espesor del sustrato^[10].

¹² Un Watt por metro kelvin W/(m·K), es la conductividad térmica de un cuerpo homogéneo isótropo, en la que una diferencia de temperatura de un kelvin entre dos planos paralelos, de área un metro cuadrado y distantes un metro, produce entre estos planos un flujo térmico de un watt.

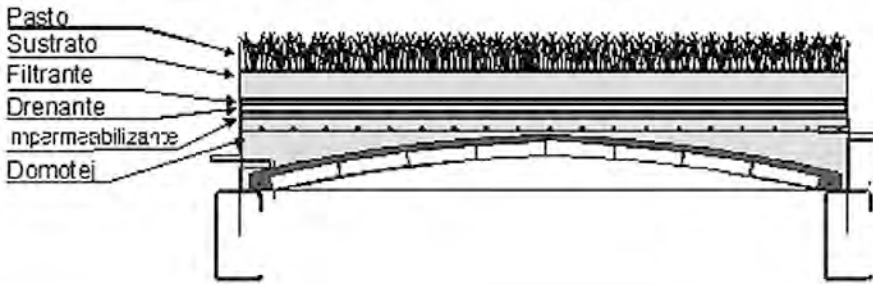


Figura 11. Estructura que muestra la composición del sistema *Domotej* techo verde.



Figura 12. Ejemplos de aplicación del sistema *Domotej* techo verde.

Debido a que el techo verde se construyó sobre el techo *Domotej*, se determinó un segundo día experimental, siendo este el 19 de mayo, con una temperatura máxima de 33.59°C , apenas 1.4°C , por abajo de la media de las máximas de las normales climatológicas de Tuxtla Gutiérrez, por lo que dicha temperatura es común que se presente durante la época de calor.

Con base en los datos expuestos en la Figura 13, se percibe una diferencia muy amplia entre el comportamiento térmico del *Techo Verde Domotej* (TVD) y el Techo de Concreto (TC).

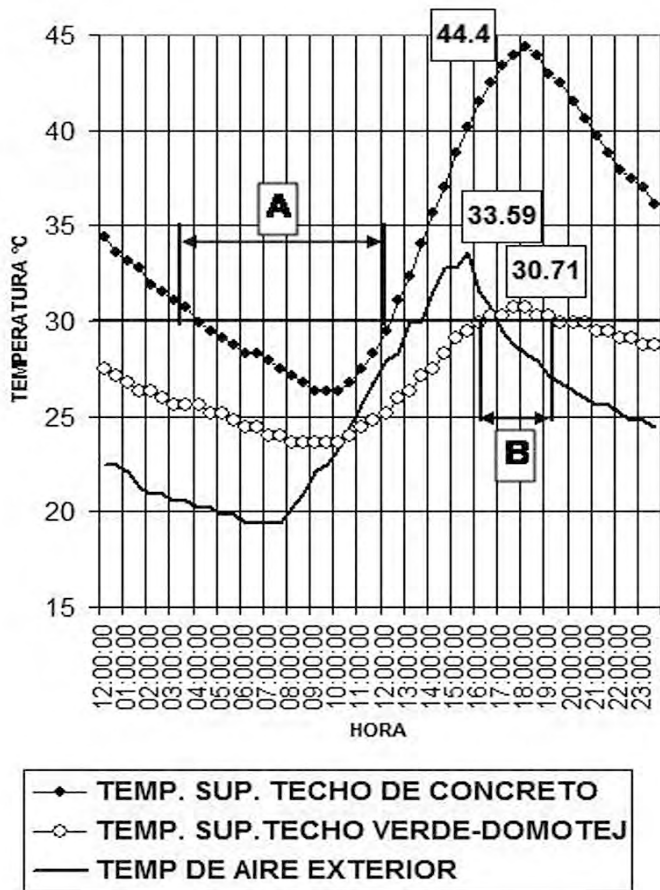


Figura 13. Comparación de las temperaturas superficiales del Techo Verde Domotej (TVD), con el Techo de Concreto (TC), el día 19 de mayo de 2006.

Esta diferencia se puede analizar en dos partes: la primera en las temperaturas máximas, siendo la diferencia hasta de 13.69°C. y la segunda, al comparar con el parámetro de los 30°C, se percibe que el TVD solamente pasó este límite durante tres horas, (dimensión B), de las 16:30 a las 19:30 horas, llegando a una temperatura máxima de 30.7°C a las 18:00 horas, en cambio el TC, se mantiene sobre el parámetro adoptado durante 16 horas desde las 12:00 hasta las 4 horas del día siguiente (dimensión A), llegando a una temperatura máxima de 44.4°C a las

18:00 horas, manifestándose una diferencia máxima de 13.69°C a favor del TVD y de igual forma una ventaja muy significativa de trece horas por arriba de los 30°C sobre el TC.

Conclusiones

Con base en el trabajo desarrollado se relacionan las siguientes conclusiones:

- a. El techo de la vivienda de concreto armado, comúnmente utilizado en Tuxtla Gutiérrez, contribuye de manera significativa al calentamiento interior de la vivienda, principalmente por medio de calor radiante, debido a las características termofísicas de los materiales que lo constituyen (materiales pétreos y acero), su volumen y las cargas térmicas del clima cálido del contexto analizado.
- b. La contribución térmica de un sistema de techo *Domotej*, a la temperatura interior de la vivienda en Tuxtla Gutiérrez, es menor que el que ofrece el techo de concreto armado debido a los materiales que lo conforman y al volumen de los mismos, sin embargo no es suficiente para contribuir significativamente en el mejoramiento de la temperatura del aire interior del espacio techado.
- c. Aunque el retraso y amortiguamiento térmico logrado con el sistema de techo *Domotej* es conveniente por reducir su incidencia en la temperatura interior de la vivienda, lo que confirma el logro de los objetivos iniciales planteados, la ventaja lograda de 3°C no es significativa por lo que se propuso el *Techo Verde Domotej* (TVD), para ampliar dicho efecto.
- d. Es importante enfatizar que la propuesta de techo *Domotej*, es una alternativa desarrollada considerando aspectos del contexto analizado, tales como: cultura constructiva de la población, materiales utilizados en la localidad y con precios accesibles, por lo que el *Domotej* es un sistema de techo factible de ser construido en una primera etapa, por un grupo social más amplio

que el que construye con el concreto armado, debido al sistema constructivo de prefabricación que permite una inversión paulatina en el tiempo, sin concentrarse en un solo momento como lo exige el techo de concreto armado, por lo que con una asesoría menor, se adapta a la posibilidad de la autoconstrucción de los grupos sociales de menores ingresos.

- e. El TVD es una opción apropiada para el clima del contexto estudiado pero que se plantea como una estrategia de mejoramiento al techo *Domotej* (sin cubierta vegetal) totalmente factible de ser construido en una segunda etapa, sobre el techo *Domotej*, lo que reduce la penetración de calor por el techo, y por consecuencia mejora el confort térmico de la vivienda.

Reconocimientos

Es importante reconocer al Sistema de Investigación Interna de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIINV-UNACH), por el financiamiento para el desarrollo del prototipo experimental, incluido en el proyecto *Construcción de vivienda Experimental con tecnología alternativa en terrenos de la Facultad de Arquitectura de la UNACH*, de su 4ª convocatoria, y al mismo tiempo citar que la evaluación térmica a diferentes sistemas de techos y paredes de la vivienda, forma parte de investigaciones conjuntas entre Cuerpos Académicos de las Universidades: Autónoma de Chiapas, en México, y la de São Paulo, en Sao Carlos, Brasil, con la participación del Proyecto XIV.8-Casapartes, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).

Referencias

1. INEGI. 2010. *III Censo de población y vivienda 2010*. México.
2. Ayllón, T., 1996. *Elementos de meteorología y climatología*. México, Trillas, pp. 179.
3. Morillón, D., 2003. Mapas del bioclima de la República Mexicana, en *Estudios de Arquitectura Bioclimática, Anuario 2003 Vol. V*, UAM, Limusa, págs. 117-130.

4. Castañeda, G., Argüello, T. R., Cruz, C. O., José, S. y Jiménez, A., 2005. Evaluación del comportamiento térmico de vivienda social techada con el sistema placa losa, ubicada en el proyecto 10 x 10 Chiapas, de Tuxtla Gutiérrez, *Memoria de la XXIX Semana Nacional de Energía Solar*, México, Asociación Nacional de Energía Solar, A. C., pp. 49-54.
5. Auliciems, A. & Szokolay, S. V., 1999. *Thermal comfort. PLEA Notes, Brisbane, Passive and Low Energy Architecture (PLEA)*, Department of Architecture. University of Queenslandm. Australia.
6. Vecchia, F., 1997. *Clima e Ambiente construido. A abordagem dinâmica aplicada ao conforto humano*. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH USP). Tese de doutoramento.
7. Monteiro, C. A., 1971. *Análise rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática e achegas para um programa de trabalho*. São Paulo, Instituto de Geografia-IGEOG IGEOG USP, Serie Climatologia No 1.
8. Castañeda, G., 2005. Como un traje a la medida: propuesta de bajo costo para el techo de la vivienda de un grupo social en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en *Un Techo Para Vivir: tecnologías para la viviendas de producción social en América Latina*. UPC, España, pp. 543-545.
9. González, E., 1997. *Étude de matériaux et de techniques de refroidissement passif pour la conception architecturale bioclimatique em climat chaud et humide*. Thèse de doctorat en Energétique de l'Ecole des Mines de Paris, France.
10. Vecchia, F., Castañeda, G. y Quiroa, H., 2007. *Aplicación de cubiertas verdes en climas tropicales. Ensayo experimental comparativo con techumbres convencionales*. en *Tecnología y Construcción 22-II*, Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción / IDEC. Facultad de arquitectura y urbanismo Universidad Central de Venezuela, pp. 09-13.

Capítulo VI. Gestión de los residuos sólidos generados durante la construcción y demolición

Pedro Vera Toledo

Juan José Villalobos Maldonado

Introducción

En muchas partes del mundo surgen ejemplos de la problemática que se presenta con los residuos que provienen de la construcción y demolición, tan solo, en una ciudad de tamaño medio en Europa; Cataluña, España, con una población de seis millones de habitantes durante el año 1998, generó más toneladas de residuos de la construcción y demolición, que de residuos domésticos ^[1].

De forma general en diversos lugares, donde no necesariamente se tiene el cuidado de manejar de forma correcta estos residuos, se ha detectado que representa serios problemas al medio, que se pueden agrupar en dos clasificaciones; los indirectos y los directos.

Indirectos:

1. A mayor generación de residuos de la construcción y sobre todo de demolición, se requiere de una mayor cantidad de materiales pétreos, de ahí el desgaste de fuentes de recursos naturales por la apertura de nuevos bancos de extracción de materiales pétreos.
2. Aumento en los niveles de contaminación en términos de la operación y explotación de estos bancos y de la producción de cementantes como el cemento y la calhidra.

3. Amenaza al agua subterránea por las posibilidades de exposición del nivel freático, por la explotación de los bancos de materiales pétreos.
4. Aumento de los niveles de contaminación por el transporte de todos los materiales pétreos incluyendo cementantes, involucrados en la construcción.
5. Generación de ruido, la industria en general se acepta que es una de las fuentes fijas de emisión de ruido más importantes, y la industria del procesamiento y extracción de materiales se encuentra dentro de este rubro.

Directos:

1. Deterioro del paisaje, por la disposición a cielo abierto, en sitio no autorizados y por tal motivo no apropiados para tal fin.
2. Cuando se dispone en rellenos sanitarios, roban espacio a los residuos sólidos urbanos acortando la vida útil de las celdas y aumentando considerablemente el peso volumétrico de los mismos, aunado a esto la estabilización y/o consolidación toma mucho más tiempo que los residuos sólidos urbanos.
3. En el manejo, dispersión de polvos.
4. Compactando y bloqueando la dinámica natural del suelo.
5. Evitando el crecimiento de la vegetación y aumentando el potencial de desertificación ^[2].
6. Emisiones gaseosas, principalmente compuestos de sulfuro ^[3].
7. Generación de lixiviados. Anteriormente se daba por sentado que los residuos de la demolición y la construcción, poseían características inertes. Recientemente un estudio reportó la generación de lixiviados ^[4].

Es decir, el potencial de contaminación hacia el medio por estos residuos, es latente sobre todo cuando no son manejados correctamente, con las consabidas consecuencias a la salud pública, razones de peso para implementar medidas para disminuir malas prácticas e implementar una gestión eficiente.

El problema de qué hacer con estos residuos cada día es más apremiante: no es aceptable, por consiguiente, despreocuparnos de ellos, por los que son recogidos y depositados en los rellenos sanitarios o sitios de disposición final de residuos autorizados, estos generalmente prestan servicios caros y tienen un impacto ambiental considerable. Existía además una clara tendencia a utilizarlos como método principal al menos en Europa (por no decir único) para deshacerse de los residuos ^[1].

Sobre la base de lo anterior se tiene que diversos estudios realizados en Holanda, Dinamarca, Bangladesh, Kuwait, España, Estados Unidos y algunos en la región de Latinoamérica, han implementado estrategias para gestionar estos residuos instituyendo; desde legislación específica y mucho más coercitiva, hasta impuestos por la generación en términos de volumen y por supuesto incluir en el manejo, la reutilización y reciclaje de los mismos en diversos porcentajes.

En América latina se ha trabajado de manera incipiente para controlar estos residuos, por ejemplo en Colombia se ha desarrollado un programa de gestión integral de escombros, el cual puede utilizarse en obras civiles. Este programa establece procedimientos para todas las acciones, actividades, productos y procesos, que tengan, o pudieran tener un impacto sobre el medio ambiente, comenzando por:

Reducción en la generación de residuos de la construcción y demolición (también conocidos como escombros). Se proponen que para reducir la producción de escombros dentro de las obras de construcción, se deben tener en cuenta por lo menos las siguientes medidas:

- Los equipos y herramientas adecuados para cada trabajo o actividad.
- El uso de material normalizado y con las dimensiones ajustadas a las líneas arquitectónicas (puertas, ventanas, luminarias).
- Los sitios de trabajo deben tener condiciones de acceso, iluminación y ventilación.
- El suministro de materiales se debe organizar mediante sistemas mecanizados o corredores de abastecimiento, según sea la actividad a realizar; por ejemplo, el suministro de arena debe garantizar que se dé la menor pérdida de material y la menor contaminación por material particulado.

- Las normas de salud ocupacional y seguridad industrial deben cumplirse de manera que los trabajadores cuenten con los elementos adecuados para la manipulación de los materiales ^[5;6].

En el mismo sector del mundo se intenta inclusive integrar a residuos de otros tipos, por ejemplo en la república de la Argentina se ha estudiado la integración de residuos de los más variados y diversos tipos y orígenes para elaborar elementos constructivos basados en que la industria de la construcción civil y sus auxiliares pueden constituir verdaderos receptores de residuos y subproductos ^[7], que al manejar grandes volúmenes de materiales, pueden incluir en sus composiciones importantes porcentajes de estos residuos ^[8;9] tales como:

1. Carbón mineral, se ha estudiado la factibilidad de utilización de sus residuos como materia prima para la industria de la construcción ^[5;10].
2. Los neumáticos en desuso, constituyen uno de los residuos compuestos (caucho, acero, fibras, aditivos orgánicos, entre otros) que realmente preocupan, debido a dos de sus principales características: su alto poder calorífico que hace que se quemem con facilidad, y su estabilidad química, que hace que no se degrade fácilmente en el ambiente. A esto debe agregarse el gran volumen que ocupa su disposición final, ya sea a cielo abierto o en rellenos sanitarios. Durante años se utilizó la incineración como alternativa para este tipo de residuos, pero este proceso produce emisiones contaminantes, tóxicas y nocivas para la salud humana y el ambiente, además de generar cenizas y productos de mayor toxicidad que el inicial. Así, se analizó la posibilidad de utilizar el caucho granulado como materia prima para la construcción, formando parte de carpetas de cemento para pisos ^[11].
3. Los lodos que se generan en los sistemas de captura (filtros) de los hornos de la industria siderúrgica. Todos los polvos estudiados presentan propiedades para ser utilizados como materiales de relleno en obras civiles y de la construcción. Se investigaron en particular lodos provenientes del alto horno, y se analizó la

posibilidad de incorporar estos residuos en la fabricación de ladrillos artesanales ^[12;13].

4. Las arenas de moldeo residuales del proceso de fundición de hierro, han sido estudiadas con el fin de utilizarlas como agregado en la fabricación de productos de cerámica roja (ladrillos y tejas) para uso en la industria de la construcción. Se obtuvieron cuerpos cerámicos a partir del diseño de mezclas con distintos porcentajes de residuos y distintas arcillas de uso común en la industria ladrillera, las cuales luego fueron conformadas y tratadas térmicamente, determinándose sus propiedades ^[14;15].

En México, específicamente en el Distrito Federal, para el 2006 se estimó que la generación de residuos que provenían de los sistemas constructivos, ascendió en aproximadamente un tercio del total de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos de Manejo Especial (RME) generados al día ^[16].

Para el año 2010 en Tuxtla Gutiérrez, capital del estado de Chiapas, se realizó el primer estudio orientado a estimar y proyectar la generación de los residuos de la construcción y demolición, además de generar una propuesta para el reciclaje de las fracciones de concretos, pedacero de block y ladrillos, específicamente en la elaboración de piezas prismáticas para construcción con diversos porcentajes de residuos y cementante. Paralelo a esto se encontró que, como generalmente sucede con otros residuos, no se gestionan ni manejan de manera correcta ^[17].

Generación y caracterización de residuos en los sistemas-procesos constructivos y de demolición

A la generación de residuos sólidos la define la Ley General para la Preservación y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como la acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo, la generación a nivel mundial es diversa, como se apreció en párrafos anteriores, en una ciudad de tamaño medio en Europa; Cataluña, España, con una población de seis millones de habitantes durante el año 1998, generó aproximadamente tres millones de toneladas de re-

siduos de la construcción, en contraparte, esta misma comunidad sólo generó 2.6 millones de toneladas de residuos domésticos ^[1].

Para poner en perspectiva en lo relacionado a la generación de los residuos de la construcción y demolición en la Tabla 1 se presenta la generación, de varios países del mundo, lo preocupante es que como se ha reportado en diversos estudios, la generación tiene la tendencia del crecimiento, como ejemplo España, donde la generación percapita dibuja la tendencia de aumento para 1990, 280 kg/hab año ^[18]; 1994, 500 kg/hab año ^[1]; y para 2002 entre los 520 y 760 kg/hab año ^[19].

Por otra parte en la Unión Europea, en 1998, la construcción y la demolición producen del orden de una tonelada de residuos por habitante al año ^[1].

Tabla 1. Cantidades aproximadas de residuos de la construcción, a lo largo de 1990, excluyendo la tierra y el asfalto. Se advierte que estas cantidades derivan de diferentes fuentes y por lo tanto tienen que considerarse, con reservas, sin embargo, son los mejores datos de los que actualmente se dispone.

País	Habitantes (en millones)	Producción de residuos de la construcción (Millones/Tm)	Promedio (Kg/Hab)
Dinamarca	5	5	100
Holanda	15	7	70
Gran Bretaña	57	30-50	530-890
Alemania ⁽¹⁾	62	28	450
Bélgica	10	7	70
España	39	11	280
Kuwait	188	88-108	470-570
Total	1.8	1.6	90

(1) Excepto los cinco estados federados del Este. Tomada de la referencia ^[18].

En México se han realizado diversos estudios de generación y caracterización de los residuos sólidos que provienen de la construcción y demolición, entre los que destacan:

1. México Distrito Federal

La composición de los residuos generados por la industria de la construcción varía mucho dependiendo del tipo de actividad ya sea demolición o construcción, además de los métodos utilizados para ello. Los residuos generados durante estas actividades consisten generalmente en pedacero de materiales utilizados para construir tales como madera, tabla roca, residuos de albañilería, metales, vidrio, plásticos, asfalto, concretos, ladrillos, bloques, cerámicos, entre otros. En México específicamente en el Distrito Federal se generaban en el 2006, 12,000 toneladas de RSU y RME al día, de estos se estimaba que alrededor de 3,000 toneladas de residuos provenían de los sistemas constructivos [16].

2. Estado de México

Como generalmente sucede en la investigación realizada se enfrentó al problema de la falta de datos fiables, lo que forzó a manejar estimaciones efectuadas a través de cálculos indirectos o basadas en muestras de limitada representatividad. Por ejemplo, una obra de demolición generaba 900 kg/m^2 de residuos, mientras que una obra nueva generaba 200 kg/m^2 . Se estimó que un m^3 de obra construida, genera 0.068 m^3 de RC, asimismo se estimó un peso volumétrico 1.5 ton/m^3 , por lo que un m^3 de obra construida genera 102 kg de residuos de construcción [8].

Los residuos generados por actividades asociadas a la construcción están constituidos generalmente por un conjunto de fragmentos de tabiques, piedras, tierra, concreto, morteros, madera, alambre, plásticos, yeso, cal, cerámica, tejados, pisos y varillas, principalmente. Su composición puede variar ampliamente [20].

3. Chiapas

En el estado de Chiapas, el estudio fue específico para su capital Tuxtla Gutiérrez, para el año 2010 se realizó un estudio que concluye con una estimación que la generación de residuos sólidos de construcción y demolición por cada vivienda es de 12.99 m^3 , teniendo como limitante que no se determinó el peso volumétrico, a pesar de esto se estimó que la generación per cápita para la capital chiapaneca ascendería a $448.18 \text{ kg/habitante}$, para un periodo de ocho años. Finalmen-

te también se reportó, que en esta ciudad este tipo de residuos no se manejan correctamente y que la ley ambiental para Chiapas contiene ciertos instrumentos que de operar estimularía el reciclaje de residuos de manejo especial, pero al día no se han implementado [17].

En España la composición de los residuos de la construcción y demolición es muy variada, en otras palabras, la heterogeneidad de los residuos es evidente, de estos componentes, los que se destacan: cemento, gravas, agregados finos, materiales pétreos, y cerámicos, plásticos, cartón-papel, cables eléctricos, pedacero de varilla, clavos, botes, entre otros [21].

En suma, la generación de residuos de la construcción y/o demolición no permitiría proporcionar un dato representativo por unidad de construcción o demolición; ya que esta depende de muchas variables que van desde, lo cultural, tamaño de obra, pasando por lo económico, tipo de sistema de constructivo, entre otros.

Otro escenario se presenta en la caracterización, porque diversos autores reportan de manera general, amplias similitudes, que se presentan en la Tabla 2, sin reportar los porcentajes de cada componente.

Tabla 2. Características de los residuos de la construcción y demolición.

Componentes	Fuente bibliográfica			
	5	1	8	30
Madera				
Cemento	X			
Gravas	X			
Agregados finos	X			
Materiales pétreos	X		Piedras	
Cerámicos	X	X	X	X
Plásticos	X	X	X	
Cartón	X			
Papel	X			
Cables eléctricos	X			

Componentes	Fuente bibliográfica			
	5	1	8	30
Pedacero de varilla	X	X	X	
Clavos	X	X		
Botes	X			
Otros	X	X		
Concretos		X	X	X
Tabla Roca		X		
Residuos de albañilería		X		Mampostería
Vidrio		X		
Asfalto		X		X
Ladrillos		X		X
Bloques		X	Tabiques	X
Alambre			X	
Yeso			X	
Cal			X	
Cerámica			X	
Tejados			X	
Pisos			X	Adoquines
Arcilla				X

Tratamiento de residuos de construcción

De acuerdo a la LGPGIR se define tratamiento como: Los procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.

Siendo la caracterización de los residuos sólidos provenientes de la construcción y demolición totalmente heterogénea, se tiene que las posibilidades de tratamiento de acuerdo a la naturaleza de cada una de las fracciones identificadas, tendrían una amplia gama de tratamientos, además de considerar que las actividades de reutilización y reciclaje forman parte de tratamiento.

De los distintos componentes identificados en la composición de los residuos sólidos de la construcción y demolición se puede decir que la arena, materiales pétreos triturados y tierra tienen como la mejor opción la reutilización. Los triturados, concretos, morteros, cerámicos y los asfaltos el reciclaje. Para el reciclaje de la madera, papel, plástico y el vidrio primero se procede a la separación en la fuente y en segundo lugar venta y como última opción la disposición final en sitios autorizados [22; 23].

Por otra lado se equiparan una serie de tratamientos para los residuos sobre todos los que provienen de la industria de la construcción, a partir de operaciones unitarias, es decir, procedimientos físicos mediante los cuales se cambian las características de los residuos y básicamente se reduce su volumen, de entre las que sobresalen la disminución del volumen o trituración y el cribado, con dos propósitos fundamentales, el primero para separar de otras fracciones y la segunda como parte de la selección de los diferentes tamaños, las menos utilizadas como la que presentan reacción química, donde sobre todo se emplea cemento para unión de partículas de menor tamaño.

En general se tienen que la tecnología utilizada para el tratamiento orientado al reciclaje de los escombros procedentes de la construcción y demolición es de aplicación sencilla, pero el carácter heterogéneo de los residuos de construcción y demolición, que en este punto son la materia prima marca ciertas diferencias en la selección de equipos y procesos.

Inclusive se han realizado importantes esfuerzos por incorporar alguna fracción de los denominados residuos sólidos urbanos, específicamente plásticos de los tipos Polietileno Tereftalato (PETE) y Polietileno de alta densidad (PEHD) o polietileno de baja densidad (PELD) con tecnología limpia y limpiadora, no contaminante, al reciclar materiales que típicamente se queman o entierran, produciendo piezas que van desde placas hasta ladrillos para utilizarlos en mampostería en la autoconstrucción de viviendas a bajo costo en la república de Argentina [24], o la fabricación y evaluación de paneles aplicables a la industria de la construcción a partir del reciclaje de envases multicapa (tetra brik) en México [25].

Por otro lado se tienen ejemplos de reciclaje tales como: El caso de Concretos Reciclados, empresa cien por ciento mexicana de las primeras organizaciones que utiliza su amplia experiencia en el ramo para aprovechar los residuos de la construcción, reciclándolos y obteniendo agregados pétreos para la misma industria, que compiten en calidad y precios con los materiales. Esta empresa nace a partir de la actividad de la mina *La Esperanza* y se desarrolla desde hace 35 años, dedicada a la explotación, trituración y clasificación de agregados pétreos para la construcción, ubicada en un predio de ocho hectáreas en el cerro *Yehualique*, delegación Iztapalapa, México, D.F., siguiendo los pasos de países desarrollados de la Comunidad Europea y algunos de Oceanía, Concretos Reciclados utiliza tecnología de punta, como es el uso de máquinas de trituración y clasificación, computarizadas y robotizadas, equipadas con motores ecológicos, para reciclar los materiales pétreos.

Productos del reciclaje

Los materiales aceptados para reciclar, provenientes de desechos de la industria de la construcción y demolición, están compuestos por tabiques, ladrillos, concretos, cerámicos, arcillas, blocks, adocretos, mamposterías, etc. de éstos es posible obtener una variedad de productos:

Material de 3". Material recomendado para estabilización de suelos, rellenos, filtros o pedraplenes.

Material de 3" a finos. Valor relativo de soporte estándar mayor al 50% especificado para éste producto, habiendo obtenido valores hasta del 80%, cumpliendo también en forma satisfactoria con el valor cementante, el equivalente de arena y la contracción.

Material de 2" a finos. Además de emplearse con cierta ventaja en los anteriores, se puede emplear en rellenos donde se requiera un material más fino que el anterior.

Material de 1" a finos. En todas las anteriores y en rellenos que se requiera un material aún más fino. Puede sustituir con ventaja al tepepate natural en muchas aplicaciones, para recibir firmes en banquetas o edificaciones pequeñas.

Además de los servicios presentados la empresa cuenta con el laboratorio *Inspectec, Supervisión y Laboratorio, S. A. de C. V.*, certificada para la realización de pruebas de calidad de materiales de la construcción.

Materiales para reciclar

Dentro de esta actividad, los materiales factibles de reciclar son los que provienen de demoliciones y desechos de la industria de la construcción (edificaciones, excavaciones, vialidades, urbanizaciones, caminos, etc.).

Es importante tener el cuidado de no contaminar los residuos de la construcción y demolición para reciclar, debido a que disminuye sensiblemente la calidad de los productos, los residuos que pueden ser recibidos para su reciclaje:

- Adocretos
- Arcillas
- Blocks
- Tabiques
- Ladrillos
- Concreto simple
- Concreto armado
- Mamposterías
- Cerámicos
- Fresado de carpeta asfáltica

Así que para poder llevar a cabo esta actividad, los residuos deberán entregarse libres de materiales que se enlistan: ^[26]

- Basura (residuos sólidos urbanos)
- Orgánicos
- Aceites
- Grasas
- Asbestos
- Baterías
- Llantas usadas
- Papel
- Plásticos

- Químicos
- Tanques de gas
- Textiles
- Vidrio
- Tablaroca
- Metales no ferrosos
- Metales ferrosos

Es decir, que esta empresa orienta sus políticas de producción a la valorización de los residuos, tal como lo prevé la LGPGIR. En el ejercicio profesional de las actividades propias de los ingenieros civiles, arquitectos y en general de constructores, se generan residuos, los denominados escombros o residuos de la construcción y demolición, provenientes de las distintas etapas de los proyectos.

Estudios donde se propone la reutilización, (antes que cualquier otra operación) de estos residuos para la producción de concreto, inclusive se han desarrollado metodologías para evaluar la resistencia del concreto y estimar el módulo de elasticidad en función de la resistencia obtenida en las mezclas de diferentes fracciones de agregados. Estos valores pueden ser utilizados para recomendar una ecuación que pueda ser utilizada por los calculistas diseñadores, con miras a aprovechar los residuos como agregados para concretos o morteros, con resultados halagadores ^[22].

Recomendaciones de gestión de residuos de construcción

Las alternativas de acción para la mejora de la gestión ambiental de los residuos son diversas. Sólo que pensemos en ello, seguro que ya conseguiremos mejoras apreciables, y habremos contribuido así a minimizar el uso de materias primas y a reducir la producción de residuos. No obstante, no se trata solamente de tenerlo presente cuando actuamos: para obtener mejoras eficaces, es necesario definir una jerarquía de prioridades, que ordene de modo decreciente el interés de las acciones posibles de la siguiente manera:

Minimizar en lo posible el uso de materia prima:

1. Reducir residuos.
2. Reutilizar materiales.
3. Reciclar residuos.
4. Recuperar energía de los residuos.
5. Enviar la cantidad mínima de residuos a disposición final.

Disposición final de residuos de construcción

Se conoce como disposición final a la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos ^[28], en sí esta es la etapa final de los residuos, por tal razón debe ser la última opción del manejo de los residuos de la construcción y demolición.

Los residuos sólidos pueden clasificarse de acuerdo a principios y criterios variados de acuerdo a la tecnología disponible, origen de los residuos, posibilidad de tratamiento, legislación ambiental vigente y/o la idiosincrasia del lugar. Los escombros de materiales provenientes de demoliciones y desechos de excavaciones, frisos, enchapes y estructura reforzada, hacen parte de aquellos residuos que pudieran ser reusados en aplicaciones industriales. Es importante recalcar que los escombros recuperados no se pueden contaminar, es decir, deberán estar libres de basura, papel, y tóxicos.

Una clasificación práctica sugiere que se pueden reciclar adoquines, arcillas, bloques, tabiques, ladrillos, concreto simple, mampostería, cerámicos y material de carpeta asfáltica ^[27, 22] (Figura 1). Para el caso del almacenamiento se sugiere la implementación de sistemas de riego por aspersión para la estabilización de material fraccionado ^[23].



Figura 1. Propuesta para aprovechamiento de escombros.

En suma la gestión debe orientarse a que la menor cantidad de recursos, para este caso residuos de la construcción lleguen a los sitios de disposición final autorizados, porque la disposición final representa, que en los procesos de donde se generaron los residuos no son eficientes y por tanto se pierden recursos materiales y económicos, además de las potenciales agresiones al medio, finalmente, la disposición final cuanto más garantice el respeto al medio más costosa es y en los rellenos sanitarios estos residuos por sus características presionan el espacio dejando poco margen de maniobra por lo voluminoso y a su vez su alto peso volumétrico.

Costos del manejo de los residuos

Los residuos de la construcción y demolición provienen de obras para vivienda, comercios, industria e infraestructura. Tal vez es donde más reciclables se encuentran, por la tradición y por su recuperación y aplicaciones por ejemplo, adocretos, arcillas, tabiques, ladrillos, mampostería, concreto armado, fresado de carpeta asfáltica, etc.

Al 2006, las empresas dedicadas al reciclaje de éstos, cobran aproximadamente \$40/m³ de escombros para recibirlos, este precio no incluía el costo del transporte. Se estima una generación promedio de 13,130 ton/día para esta corriente de RME en el país ^[4]. En el año de 2006, una de la principales recomendaciones que se realizaron para este tipo de residuos, es precisamente diseñar al corto plazo las metodologías para los muestreos de generación –en su caso- formular índices de ge-

neración con lo encontrado y con la información existente –previa investigación y clasificación acorde a la LGPGIR, así como generar los inventarios y con ello, definir la infraestructura y servicios para atender este concepto.

Como se mencionó, queda pendiente realizar estimaciones o cuantificaciones preliminares de las cantidades de generación de las siguientes corrientes de RME: Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, en el caso de los índices hoy se han generado algunos de ellos ^[29], no precisamente en México, sino en Argentina, pero que dan un buen comienzo.

La dificultad principal de la gestión y tratamiento de los residuos de la construcción está relacionada al hecho de generarse en gran cantidad ^[30], y en consecuencia las operaciones de recolección, transporte, tratamiento y disposición final son costosas y con impactos ambientales relevantes ^[31]. Tan solo en el estado de México, para el año 2007, la Secretaría de Medio Ambiente del gobierno del Estado de México reportó costos de transporte de los residuos de la construcción y demolición que van desde los \$124.00/m³ hasta los \$210.00/m³, en promedio de distancia de 25 km y después de esto el costo aumenta sin criterio establecido.

Para la disposición final, al menos en el Estado de México se manejan diversos precios, que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Costos por el depósito de residuos de la construcción en sitios de disposición final.

Sitio de disposición final	Torton (16 m ³)	Volteo (6,7 y 8 m ³)
Cuartos de Naucalpan	\$120-\$130	\$80-\$100
Bordo Xochiaca	\$100-\$150	\$50-\$70
Ecatepec, Tultitlán, La Paz	\$100-\$120	\$50-\$100

Fuente: Secretaría Medio Ambiente del gobierno del Estado de México, 2007 ^[20].

Otro ejemplo de los costos de la disposición final de los residuos de la construcción y demolición se encuentra en Chiapas donde se pagaba para el 2006 desde \$112.97 hasta \$110.21 por tonelada de residuos tanto urbanos como de manejo especial dispuesta, dependiendo la cantidad que se disponía.

Legislación y/o normatividad aplicable

La legislación ambiental a nivel nacional aplicable en México aparece en el año 1988, con la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, reglamentaria de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, en este instrumento por primera vez en el país se trataba de manera directa lo relacionado con la política ambiental de la nación y desde luego, el manejo de los residuos, sin que fuesen cubiertos todos los aspectos para la gestión integral de los residuos, la legislación se ha perfeccionado a media que se ha tomado conciencia de la problemática relacionada con el manejo de los residuos, de tal suerte que para inicios de 2000 el gobierno federal firmó un acuerdo con el gobierno federal alemán para que a través de la agencia de cooperación técnica GTZ, quién brindó asesoría técnica en lo relacionado con la gestión de los residuos sólidos No peligrosos, en el marco de este convenio; se emite en el 2003 la NOM-083-SEMARNAT-2003, *Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras, complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial*, y en ese mismo año el 8 de octubre se decretó la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), publicada en el diario Oficial de la Federación y posteriormente el correspondiente reglamento.

En la LGPGIR, se definen las atribuciones para cada nivel de gobierno y clasifican los residuos desde sus características de peligrosidad en dos grandes grupos, los peligrosos y los no peligrosos; en este último grupo se advierten una sub-clasificación de dos, los residuos sólidos urbanos (RSU) y los de manejo especial (RME), así mismo la ley define a los residuos de la construcción, como los materiales, productos o

subproductos generados durante las actividades de excavación, demolición, ampliación, remodelación, modificación o construcción tanto pública como privada ^[16].

A nivel de los estados en México, hasta el 2007 existían trece entidades federativas y el Distrito Federal que contaban con leyes específicas en la materia de residuos; Baja California, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Guerrero, Jalisco, Guanajuato, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Querétaro, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán.

En general estas leyes observan artículos orientados a la gestión de los residuos y se mencionan a los residuos de la construcción y la demolición. Para el Estado de México en el año de 1997 se acogió a la cooperación técnico de la GTZ, hasta el 2007 se desarrolló el Diagnóstico Básico de Residuos de la Construcción, y con base en sus resultados se promulgó la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-011-SMAR-2008 que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México.

El Distrito Federal también cuenta con una norma técnica exclusiva para el manejo de los residuos de este tipo, es la Norma Técnica Ambiental Estatal: Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción.

En general estas normas clasifican o categorizan a los generadores por la cantidad generada, proporcionan procedimientos para la separación en la fuente, el almacenamiento, la recolección, el transporte, el aprovechamiento (donde se indican los porcentajes de reciclaje o reutilización), y las especificaciones para la disposición final en sitios autorizados, así mismo y en función de la cantidad generada los instrumentos teóricos-prácticos, como los planes de manejo de estos residuos, además de los de control, tales como los manifiestos de entrega-recepción que garanticen que los residuos no se dispongan de manera incorrecta.

Estas normas ambientales son de aplicación obligatoria en todo el territorio del Distrito Federal y del Estado de México para los generadores de los residuos de la construcción y prestadores de servicio que intervienen en su generación, recolección, transporte, aprovechamiento o disposición final.

Conclusiones

Si se reducen los residuos que habitualmente genera la construcción y la demolición, por ende se disminuyen los gastos en comprar menos materias primas y el balance medioambiental global será beneficioso, en suma los gastos de la gestión disminuyen.

En un gran número de ejemplos alrededor del mundo, se detectan una enorme heterogeneidad en lo referente a la generación y caracterización de los residuos de la construcción y demolición, por otra parte esta industria genera una gran cantidad de residuos, ya sea por el mismo proceso de construcción o por demoliciones, de hecho es la mayor fuente de residuos industriales en los países desarrollados ^[30], los cuales se han evaluado en cerca de 450 kilogramos por habitante por año ^[32], y en un estudio más reciente en España ^[19], se reportó un rango entre 520 y 760 kg/hab/año, sin tomar en cuenta guerras, ni desastres por fenómenos naturales. De ese gran volumen el concreto es el más abundante.

En general todos los estudios que abordan esta problemática, refieren que la gestión y enfocarse a la reutilización de los materiales y otra parte importante es el reciclaje de los materiales.

En general se prevé una serie de cinco estrategias identificadas, orientadas a disminuir la generación de los residuos que debe contemplar entre otras:

1. Educación ambiental con campañas de sensibilización de los profesionales de la construcción, que incluya un plan de gestión interno que puede contener entre otros aspectos:
 - Que los residuos no forman parte de la cultura de la obra.
 - Es importante que la Cámara de la Industria de la Construcción se involucre en la gestión de residuos.
 - Se requiere crear una base de datos que contenga índices de generación para cada tipo de obras, a fin de planificar la gestión sobre todo en la construcción de fraccionamientos o nuevos centros de vivienda u obras de gran magnitud.
 - Tener en cuenta las responsabilidades y acciones que se establecen por personal ocupado en la obra: desde el proyectista, responsable de obra, maestro de obra y finalmente los ayudantes generales.

2. Estímulos fiscales para alentar la integración de medidas para disminuir la generación de los residuos e integrar la mayor cantidad nuevamente al ciclo constructivo, con tratamientos o reciclaje, disminución o reducción de generación de los residuos, reutilizar la mayor cantidad de materiales considerados residuos y reciclar; es decir poner en práctica el método comprobado de las tres “R”.
3. Impuestos diferenciados por porcentajes por la utilización de materiales pétreos vírgenes, a mayor cantidad de materiales vírgenes mayor impuesto, desalentar la apertura indiscriminada de bancos y el *abuso* en términos de utilización de nuevos materiales pétreos.
4. Legislación más coercitiva, a nivel estatal y municipal, con los correspondientes reglamentos que abarque aspectos administrativos de multas y sanciones, para los infractores, caso aparte implementar un mecanismo capaz de obligar o implementar sanciones contra la propia autoridad por omisión.
5. Normas técnicas orientadas a la disminución y manejo correcto de los residuos provenientes de la construcción y demolición.

Finalmente para que una vivienda sea *sustentable* se requiere respetar el uso de recursos tanto energéticos como materiales, en estos últimos se encuentran, la utilización de responsable en el sentido de utilizar únicamente lo necesario, y en una segunda instancia la eminente generación de los residuos en las diferentes etapas constructivas, que deben ser gestionados de la mejor manera para disminuir los materiales utilizados y los impactos al ambiente.

Referencias

1. *Manual de minimización y gestión de residuos en las obras de construcción y demolición*, 1998. Programa Life, Dirección general de medio ambiente DGXI – Comisión Europea, Instituto tecnología de la Construcción de Catalunya.

2. Mercante, I. T., Arena, P. y Bovea, E., 2009. *Evaluación de Alternativas de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición con Consideraciones de Ciclo de Vida*. Universidad Nacional de Cuyo. Centro Universitario. CC405. Mendoza. Argentina. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina, Universidad Jaume I. España.
3. Lee, S., Xu, Q., Booth, M., Townsend T., Chadik, P. & Bitton, G., 2006. Reduced sulfur compounds in gas from construction and demolition debris landfills. En revista *Waste Management* 26: 526-533.
4. Gutiérrez, V. J., (coordinador). 2006. *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos*. Instituto Nacional de Ecología, 1ª. edición octubre.
5. Quaranta, N., Caligaris, M., López, H., Unsen, M., Carrasco, M., Grether, R., Suarez, M. & Beltramini, L., 2006. *Factibilidad de uso de residuos de la explotación de carbón en la producción de cuerpos densos*. Actas del 4º Encuentro del Proyecto Integrador PROCQMA.
6. Mejía, E., Hernández, L. A. y Saza, M. G., 2003. Proyecto de Protocolos de Residuos Sólidos “Protocolos para el manejo de escombros y materiales sobrantes de construcción”, Universidad Nacional de Colombia (Bogotá), Vicerrectoría Dirección de Gestión, División de Recursos Físicos, Sistema de Gestión Ambiental, pp. 144.
7. Quaranta, N., Caligaris, M., López, H., Unsen, M. y Lalla, N., 2011. *Inclusión de Residuos Industriales en la Producción de Materiales Cerámicos*. Grupo de Estudios Ambientales –Facultad Regional San Nicolás– Universidad Tecnológica Nacional Colón 332, San Nicolás-Argentina.
8. Castells, X. E., 2000. *Reciclaje de Residuos Industriales. Aplicación a la Fabricación de Materiales para la Construcción*. Ediciones Días De Santos S.A., Madrid, España.
9. Seoáñez, M., 2000. *Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos*. Ediciones Mundi Prensa. España y México.
10. Quaranta, N., Caligaris, M., López, H., Unsen, M., Carrasco, M., Grether, R., Suarez, M. & Beltramini, L., 2007. *Wastes from Coal Extraction Process as Raw Material for Construction Industry, Ecosystems and Sustainable Development*. VI Transactions on Ecology and the Environment. 106: 483–492.

11. Quaranta, N., Caligaris, M., López, H. & Regondi, M., 2005. *Cement Based Floors with Rubber Addition, Ecosystems and Sustainable Development*. V Transactions on Ecology and the Environment. 81: 735–742.
12. Quaranta, N., Caligaris, M., López, H., Unsen, M. & Giansiracusa, C., 2008. *Blast furnaces' mud: waste or a new by-product?*, *Waste Management and the Environment*. IV Transactions on Ecology and the Environment. 109: 405–413.
13. Quaranta, N., Caligaris, M., López, H., Unsen, M., Pietri, L. y Vázquez, P., 2008. *Caracterización de compactos cerámicos desarrollados a partir de arcilla común y lodos de alto horno*. Actas del Octavo Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales, Chile.
14. Quaranta, N., Caligaris, M., López, H., Unsen, M., Pasquini, J. y Lalla, N., 2008. *Reciclado de arenas residuales de fundición como sustituto de materias primas en la industria ladrillera*. 6º Encuentro del Proyecto Integrador PROCQMA.
15. Quaranta, N., Caligaris, M., López, H., Unsen, M., Pasquini, J., Lalla, N. & Boccaccini, A., 2009. *Recycling of foundry sand residuals as aggregates in ceramic formulations for construction materials*. Transactions on Ecology and the Environment.
16. *Norma ambiental para el Distrito Federal. NADF-007-RNAT-2004. Clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el Distrito Federal*.
17. Alegría, J. N., 2010. *Elaboración de blocks con residuos de la construcción obtenidos en Tuxtla Gutiérrez*. Tesis de licenciatura, Escuela de Ingeniería Ambiental UNICACH, Chiapas, México.
18. Lauritzen, E. K. y Hahn, N. J., (s/a). *Producción de residuos de construcción y reciclaje*. En revista *Residuos*. Edita: Instituto Juan de Herrera. No 8. Madrid, España. ISSN: 1578-097X.
19. Parra, J. L. y Calvo, B., 2002. *Situación en España del reciclado de Residuos de Construcción y Demolición como áridos. Aplicabilidad a la fabricación de hormigones*. En II Jornada Iberoamericana de Materiales de Construcción, La Habana, Cuba.
20. Hernández, J. D., Rodríguez, M. A., Macht, A. y Guevara, E. R., 2008. *El manejo de los residuos de la construcción en el estado de México en el marco de la cooperación técnica alemana en México*.

- En revista *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*. Grupo Eumed.net y Red Académica Iberoamericana Local Global, Vol. 1, Nº 3, consulta electrónica en www.eumed.net/rev/delos/03/.
21. SMAGEM/GTZ. 2006. *Programa Estatal de Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos Estado de México*. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación del Agua, Suelo y Residuos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. (Agencia Alemana de Cooperación Técnica).
 22. Serrano, M. F. y Pérez, D., 2009. *Propuesta de un programa de gestión integral de escombros*. II Simposio Latinoamericano de ingeniería de residuos, Barranquilla, Colombia.
 23. Serrano, M. F., Torrado, L.M. y Porras, N. 2009. *Propuesta de ecuación para la estimación del módulo de elasticidad del concreto preparado con material reciclado*. II Simposio Iberoamericano I de Ingeniería de Residuos, Barranquilla, Colombia.
 24. Gaggino, R., 2007. *Tecnología de reciclado para la auto-construcción de viviendas*. Año II, Nº 10, 2007, ISSN Nº 1850-1117.
 25. Domínguez, J. A. y Guemez, P., 2011. Fabricación y evaluación de paneles aplicables a la industria de la construcción a partir del reciclaje de envases multicapa (Tetra Brick) D.2. En revista *FI-UADY*, 14-3, pp 191-196, ISSN: 1665-529-X.
 26. *Concretos Reciclados*. Consultado en línea en agosto de 2011. <http://www.concretosreciclados.com.mx/materiales.php>.
 27. Ministerio del Medio Ambiente. 1995. *Guía técnica para el manejo de escombros en las obras de construcción*. Unidad de Soporte para el control de la contaminación industrial, Bogotá, pp 32.
 28. *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal*.
 29. Mercante, I. T., 2008. *Impacto ambiental de los residuos de construcción y demolición alternativas de gestión*. Universidad Nacional del Cuyo, Facultad de Ingeniería, Argentina.
 30. Domínguez, J. A. y Martínez, L. E., 2007. Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas, Ingeniería, En revista *FI-UADY*, 11-3, pp. 43-54, ISSN: 1665-529X.

31. Mercante, I. T., Magistocchi, L., Llamas, S., Salomón, M. & Marti-
nengo, P., (s/a). *Relevamiento y diagnóstico de áreas impactadas por resi-
duos de la construcción y demolición en el Gran Mendoza. Estudio de caso: las
Heras*. Maestría en Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de
Cuyo. Centro Universitario. CC 405. Mendoza. Argentina.
32. Molina, J. M., 1997. *Recuperación de Materiales de Construcción*. Boletín
CF+S Especial sobre Residuos. Documento recuperado en [http://
habitat.aq.upm.es/boletin/n2/lista.html](http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/lista.html).

Capítulo VII. Manejo de residuos sólidos en viviendas sustentables

María Neftalí Rojas Valencia
Hugo Alejandro Nájera Aguilar

Introducción

La constante evolución del mundo y las tecnologías, los cambios en los hábitos de consumo y la generación de nuevos materiales, el crecimiento acelerado de la población y el traslado de la población rural hacia los centros urbanos, ha provocado en los últimos años cambios sustanciales en la composición y generación de los residuos sólidos urbanos, impactando fuertemente en el manejo, control y disposición final de los mismos.

El problema de la basura se incrementa por la producción desmedida que ha generado el sistema consumista. La sobrevaloración que las personas dan a los productos ha degenerado en el desconocimiento e insensibilidad de manera que tan solo resulta importante adquirir cosas, sin tomar en cuenta el impacto que esto implique al ambiente. Aunado a lo anterior, México carece de normas que obliguen a los empresarios a fabricar únicamente productos retornables o por lo menos reciclables, lo que impacta negativamente en la acumulación y separación de subproductos.

En la actualidad, para el año 2009 la generación per cápita de residuos sólidos se reportó en 0.98 Kg por habitante por día. Además

la generación total de residuos sólidos a nivel nacional se estimó en 38,325,000 toneladas anuales en el 2009 ^[1].

Se estima que los residuos generados en el Distrito Federal están compuestos mayoritariamente por residuos orgánicos (Figura 1) al igual que sucede prácticamente con el resto de los estados de la República, incluyendo el estado de Chiapas.



Figura 1. Composición de los residuos sólidos generados en el Distrito Federal 2009.

Los residuos sólidos urbanos son generados en diversas fuentes, las cuales determinan sus características cualitativas y cuantitativas. La domiciliaria en particular incluye a residuos producidos en domicilios, unifamiliares y plurifamiliares, generándose en la actualidad 5,640 ton/día o sea el 20% del total generado en el Distrito Federal ^[2], según el INE ^[2] en el ámbito municipal se registraron 77% de residuos sólidos municipales provenientes de domicilios. La composición por fracción de algunos residuos sólidos se muestra en la Figura 2.

Para ayudar a disminuir dicha producción se requiere que las viviendas tomen la iniciativa de incorporar en sus planes de desarrollo el manejo adecuado de los residuos sólidos, por lo que con este trabajo se busca fomentar la responsabilidad y la participación ciudadana y que, particularmente, contribuyan a la difusión y adquisición de prácticas ambientales apropiadas en la gestión de los residuos, así como crear

en las viviendas una actitud responsable en el cuidado y conservación del ambiente al fomentar la separación y apoyar el reciclamiento de los residuos sólidos.

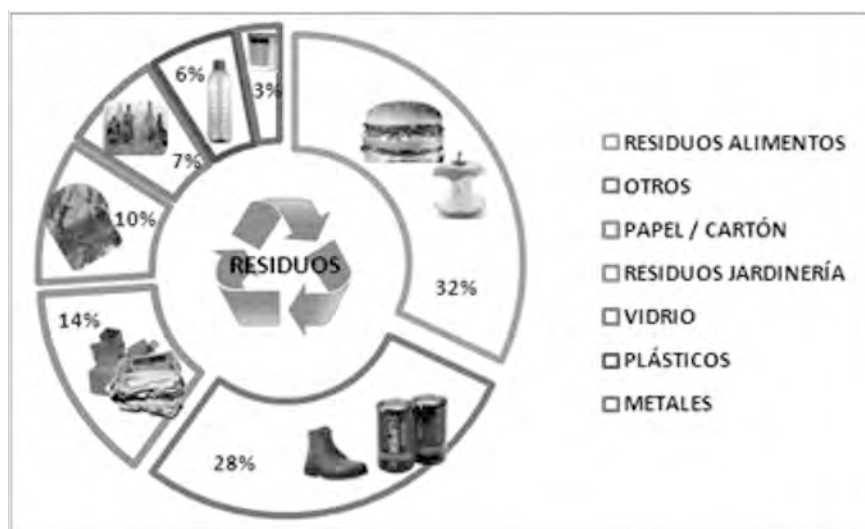


Figura 2. Composición por fracción de algunos residuos sólidos.

El marco habitacional constituye el principal determinante de las características del manejo de los residuos sólidos. Al albergar a los generadores de residuos y consecuentemente, sus patrones de consumo, prácticas y comportamientos en torno a los materiales que ya les asignan valor. Se constituye en el origen de las modalidades que adquiere el manejo de los residuos sólidos en todas las fases, y representa también el destino de todas las medidas tendientes a mejorar dicho manejo.

La vivienda y los desarrollos habitacionales representan el elemento clave para un manejo sustentable de los residuos y de los desarrollos habitacionales. Traducir el concepto de sustentabilidad al manejo de los residuos sólidos urbanos, no es difícil ya que existe una amplia gama de posibilidades para que el adecuado manejo de los desechos derivados de las actividades humanas, pueda contribuir sustancialmente al desarrollo sustentable.

Viviendas sustentables

De acuerdo a estadísticas proporcionadas por el Instituto Nacional de Ecología ^[2], en México la basura se encuentra clasificada de la siguiente manera: 40% es orgánica, 15% papel y cartón, 8% vidrio, 5% plástico, 6% fierro, 5% aluminio, 4% materiales diversos, 4% trapos y ropa vieja, 3% pañales desechables y 6% de todo tipo de cosas, de los cuales solo se recicla, reúsa o aprovecha el 10%, el resto se destina a sitios de disposición final.

Las estrategias para la gestión integral de los residuos sólidos, requieren de un conocimiento de la situación actual, que permita emitir diagnósticos adecuados y acordes con las necesidades existentes. En ese sentido, se hace necesario conocer la totalidad de los aspectos que intervienen en la generación de los residuos sólidos, tanto en lo que respecta a los distintos tipos de residuos sólidos generados y su composición, como en lo referente a las cantidades y el lugar y actividad donde se producen.

Este conocimiento es básico tanto para organizar la gestión integral de los residuos sólidos y reducir al mínimo la problemática que supone su generación, como para el desarrollo e implantación de tecnologías y buenas prácticas que permitan la prevención y minimización de residuos sólidos, a través del seguimiento de la evolución de su generación ^[2].

Para minimizar los desechos se requiere reducir la generación de los mismos a través de educación y de mejorar los patrones de consumo. La importancia que tiene efectuar una gestión integral de los residuos sólidos, es que se contribuye, a la identificación de los factores ambientales críticos relacionados con los residuos, con el fin de prevenir los impactos ambientales y sociales negativos, al garantizar la sustentabilidad ambiental a través de un aumento de la eficiencia de todos los servicios relacionados con la gestión de los residuos.

La política en materia de residuos sólidos debe de ir encaminada hacia la preservación y minimización de la generación de residuos sólidos, entendiéndose como un conjunto de acciones, operación y procesos, que permitan disminuir la cantidad de residuos existentes en cada una de sus etapas de manejo: generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

Con la finalidad de contribuir a la sustentabilidad ambiental y desarrollo de México, para que continúe siendo un espacio adecuado para los habitantes, sin sacrificar a las generaciones futuras, es en este sentido que se dirige este trabajo.

Por sustentabilidad ambiental, se entiende aquella que garantiza el bienestar de los usuarios, al mismo tiempo que evita comprometer los recursos naturales futuros requeridos, tanto en su ejecución como en su operación, protegiendo al mismo tiempo las condiciones ambientales.

En este esquema se establece, que un ecosistema urbano en su dinámica habitual genera las actividades humanas que producen desechos, los cuales pueden ser reaprovechados de acuerdo a su potencial o capacidad de volver a ser utilizados y con ello aportar insumos o productos finales para satisfacer necesidades de la ciudad. En este proceso los desechos o basura pueden convertirse en bienes de consumo intermedio o final, en donde la innovación tecnológica adquiere un papel relevante porque de su incorporación depende el reaprovechamiento de los residuos.

Este planteamiento representa la imagen objetivo de un manejo sostenible de los residuos sólidos, que requiere una serie de acciones para reducir la brecha entre el potencial existente y la situación actual.

Comunidades organizadas

Una familia urbana, que se compone en promedio de cinco personas, produce un metro cúbico de basura mensualmente, se sabe que una familia que consume desordenadamente produce más basura, que aquella que compra lo correcto para vivir.

Cien casas de cinco habitantes producen de basura 100 m³/mes cada una, otros reportes indican que se producen 30 toneladas de residuos por mes; retirar esas 30 toneladas se requieren como mínimo, cinco fletes de camión de volteo de 6 m³ que tienen un costo mínimo de 700 pesos cada uno, esto quiere decir que cada familia gastará 3,500 pesos por mes para su servicio de limpia ^[2].

La Ciudad de México produce por mes el equivalente a tres veces el volumen del estadio azteca lleno de basura. Para recolectar esos tres millones de metros cúbicos por mes y transportarlos en camiones hasta

los tiraderos, se requieren por lo menos 430,000 fletes de camión de siete metros cúbicos que tienen un costo de 13,000 millones de pesos mensuales gastados en recolectar y transportar la basura hasta los sitios de disposición final [2].

Sin duda, la recolección adecuada de la basura requiere organización comunitaria, ya que la mayoría de las personas y sobre todo las que viven en grandes ciudades, están acostumbrados a que los servicios de limpia municipal se ocupen de recolectarla y *desaparecerla*.

Manejo de residuos sólidos en la vivienda

La producción de desechos domiciliarios es uno de los diversos impactos del fenómeno urbano, que preocupa por su rápido incremento. En las ciudades la basura es un problema casi desde sus orígenes, debido a la alta densidad de población y al hecho de la costumbre de arrojar la basura a las calles.

Se considera basura a los objetos que se tiran porque dejaron de ser útiles, tales como: grabadoras, cámaras fotográficas, licuadoras, y mucho más que, de hecho no son basura, porque podrían ser usados nuevamente, en forma total o parcial.

La basura son todos los desechos mezclados que se producen como consecuencia de las actividades humanas, ya sean domésticas, industriales o comerciales; son dos o más desperdicios que revueltos entre sí provocan contaminación, enfermedad y pérdida de recursos naturales. Esto quiere decir que si son dos o más desperdicios que no están revueltos entre sí, no ocasionan contaminación, enfermedad, o asco y no constituyen basura.

Por ejemplo, una persona que hace unos huevos estrellados no siente incomodidad al tocar la cáscara del huevo mientras está haciendo el desayuno, sin embargo, después de media hora de haber colocado la cáscara en un bote de basura junto con una caja de galletas vacía y limpia, un bote de cerveza, una lata de sardinas y cáscaras de naranja, ya no se atreve ni siquiera a meter la mano para sacar la cáscara. La contaminación no viene por los desperdicios cuando éstos están separados, limpios y fáciles de manejar.

Con esto puede comprobarse que cuando se manejan los desperdicios separados y limpios se pueden controlar. La mayoría de la gente continúa pensando que al recogerle su basura ya resolvió el problema de no hacer un esfuerzo para no generarla.

La gestión integral de residuos es una actividad que sólo puede ser exitosa si involucra a toda la sociedad. De hecho, prácticamente toda actividad humana genera residuos o contribuye a que otros lo hagan. Por lo tanto, una política de manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios debería abarcar los distintos aspectos de la vida social involucrados en su generación, recolección, transporte y disposición final, así como a las actividades directamente destinadas a minimizar los residuos o su impacto ambiental.

La disposición final o relleno sanitario, debería ser la última opción posible en el manejo de desechos y aplicarse únicamente para materiales que no tienen ningún uso práctico, de tal manera que garantice que el sitio de disposición final no tenga impacto en el ambiente.

Residuos que se pueden separar fácilmente en una vivienda y sus beneficios

La basura que se genera en una vivienda de cualquier parte del mundo se compone principalmente de aluminio, papel, cartón, plástico, vidrio, materia orgánica y sanitaria. Dichos productos se pueden separar fácilmente; a continuación se describe cada uno de ellos y se comenta su importancia.

Aluminio y materiales ferrosos y no ferrosos

El aluminio es un metal muy ligero que se puede fundir y reutilizar inmediatamente. Los artículos que están hechos de este metal son: lata de aluminio (pueden ser de refresco, jugos, cerveza, conservas, pintura, aceites, entre otros) y el anillo que se utiliza para destapar la bebida esta hecho de hojalata, por lo que se debe también separar.

Para reconocer el aluminio en el caso de las latas, solo basta con presionar levemente con la mano e inmediatamente pierde su forma original. Otra forma de reconocer el aluminio es si al acercarle un imán este no lo atrae.

La chatarra ferrosa se encuentra en: las varillas, en cubetas, perfiles, tuberías, placa de acero, carrocerías de autos, estructuras de edificios, sillas, comales, refrigeradores, lavadoras, estufas, puertas, chapas de puerta, mesabancos, motores de auto, trenes, camiones, trolebuses, barcos, submarinos, cajas de tráiler, elevadores, montacargas, engrapadoras, archiveros metálicos, rejas, todos los cubiertos, botes de pintura, tambos de basura, latas en las cuales envasan algunos alimentos tales como legumbres, frutas, pescados, aceite entre otros, todo tipo de muebles de lámina, desperdicios automotores, silla de ruedas, armazones de camas, bicicletas, triciclos, clips para papel, cazuelas, martillos, latas de aerosol, tostadores, frenos, pinzas, patines para hielo, palos de golf, tijeras, cajas registradoras, armazones de lentes, extinguidores, máquinas de escribir, navajas, pistolas, tanques de gas, cables, escaleras, esculturas, cajas de herramienta, bóvedas, candados, entre otros.

Importancia de reciclar aluminio

El reciclaje de latas de aluminio permite economizar el 74% de energía, reduce 85% la contaminación del aire, disminuye en 95% el volumen relativo de la basura y en 75% la contaminación del agua. Además, una lata de aluminio tirada en el suelo puede permanecer en él, entre 200 y 500 años, y con la energía que se ahorra al reciclarla se puede mantener un televisor encendido por tres horas ^[3]. En los últimos dos años se utilizaron más de 12,000 toneladas (901 millones de latas) de aluminio reciclado para producir nuevos envases (Figura 3).

Recomendaciones al reciclar aluminio

- Si la lata contiene aerosoles no se debe aplastar porque pueden explotar, es mejor dejarla como está.
- Para llevar el aluminio a los centros de acopio es conveniente que se enjuague o se retire los residuos de alimentos de las latas para evitar que los malos olores atraigan fauna nociva.
- Para latas de bebidas, se debe quitar el anillo de las latas, aplastarlas y depositarlas en el contenedor correspondiente al aluminio. Si se junta y aplasta las latas de aluminio se reduce el espacio que ocupan.

- Además del aluminio, los centros de acopio recibe otros objetos metálicos como: pedacero de cobre, cancelería, ganchos para la ropa, cacerolas, tapaderas, tornillo, clavos, entre otros. Para llevar estos materiales, deben estar secos y limpios.

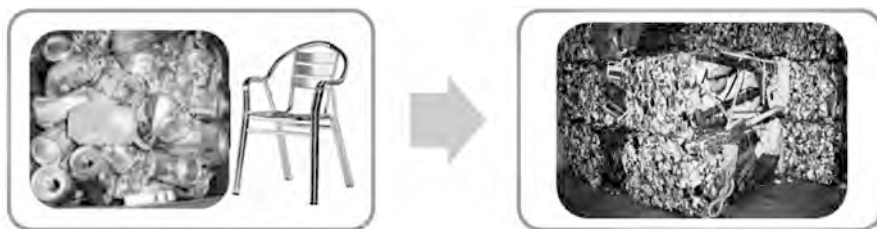


Figura 3. Aluminio reciclado para producir nuevos productos.

Papel y cartón

Los productos que contienen papel y cartón son: el periódico, el papel generado dentro de la oficina, papel de computadora, archivo muerto, revistas, libros viejos que ya no se utilizan, catálogos, directorios telefónicos (estos son reciclados por la misma empresa que los elabora y distribuye la Sección Amarilla), bolsas y papel de estraza, sobres de correspondencia, el papel utilizado para la publicidad de alguna empresa, posters, también todas las cajas de cartón limpio entre ellas: las cajas de diskettes, cajas de cereales, cajas de computadoras, cajas de juguetes, cajas de alimentos, cajas de productos de belleza, cajas de zapatos, cajas de regalo, la pasta de los cuadernos, carpetas y folders que ya no sirven.

Importancia de reciclar papel

Reciclando este papel se logra disminuir el consumo de celulosa como materia prima, dejándose de cortar de diez a quince árboles aproximadamente por cada tonelada reinstituída al ciclo de producción. También, se desperdicia menos agua en su fabricación, en un factor importante, llegando al 70% [3].

Recomendaciones para reciclar papel y cartón














- Utilizar solo el papel que se necesite.
- Utilizar el papel por ambos lados.
- Sustituir los post-it de diferentes colores por papel de reúso.
- Usar las cajas de cartón y cartoncillo más de una vez.
- Se debe hacer una preclasificación del papel en aquel que se puede reutilizar del que se deba reciclar; después separa el papel del cartón.
- Separar el papel blanco del papel de color.
- Tanto al papel como al cartón, se debe de amarrar para facilitar su manejo y transporte al contenedor correspondiente.

Plásticos

Se estima que en México, anualmente se producen 490,000 toneladas de envases de Tereftalato de Polietileno (PET), pero sólo se recicla el 1.4%. Desafortunadamente, gran parte de estos desechos son dispuestos de manera inadecuada en el suelo, barrancas y cauces de corrientes, lo que representa un factor de contaminación al suelo, al aire y al agua.

El plástico es uno de los desperdicios que se puede identificar para su reciclaje, los artículos que lo constituyen son variados ya que existen siete clasificaciones de este material, este código o número aparece en medio de un triángulo formado por tres flechas semicirculares, que representa el símbolo del reciclaje. Este código aparece en la parte inferior de cada envase o recipiente. Para poder llevar a cabo un reciclaje adecuado se deben de conocer los tipos de plásticos que existen; para ello, en la Tabla 1 se presenta la descripción para los diferentes tipos.

Tabla 1. Tipos de plásticos destinados a reciclaje.

Número	Siglas		Descripción
	PET (Polietileno Tereftalato).		Envases transparentes, delgados, resistentes, de color natural, verde, azul, etc., usados principalmente para envasar refrescos, agua purificada, aceite comestible, alimentos y productos de limpieza.
	PEAD (Polietileno de alta densidad).		Envases opacos, gruesos, rígidos, de diversos colores, usados para envasar leche, cloro, limpiadores, entre otros productos.
	PVC (Policloruro de vinilo).		Envases transparentes con asa, mangueras para jardín, muñecos, tapetes, pisos, entre otros.
	PEBD (Polietileno de baja densidad).		Bolsas y películas transparentes o pigmentadas, forros de libros y algunos envases.
	PP (Polipropileno).		Envases opacos usados para alimentos en refrigeración, bolsas y películas ligeras que producen ruido al frotarse.
	PS (Poliestireno).		a) Cristal: Envases opacos o transparentes de alimentos, vasos desechables empleados en los aviones. b) Expandido: Unicel o nieve seca para la fabricación de vasos, hieleras, etcétera.
	Otros (plásticos no determinados).		Todos los plásticos conocidos como termoplásticos son reciclables, entre ellos también se incluye el PET y el PEAD, los cuales son, además, los más recuperados en México y el mundo.

Importancia de reciclar plásticos

Los plásticos como el PET pueden reciclarse varias veces y aunque pierden algunas cualidades, los procesos de reciclado permiten manu-

facturar productos con buena calidad, como las fibras de poliéster para ropa, rellenos térmicos, almohadas, cubre bocas, rodillos para pintar e incluso algunos envases. Su mayor uso mundial es la fibra poliéster para relleno o para hilo de tejido, como el usado en almohadas, sleeping bags, chamarras, peluches, entre otros (Figura 4).



Figura 4. Manufactura de productos elaborados con material reciclado del PET.

Al reciclar el PET reducimos la contaminación del aire y del suelo ya que este desperdicio es el que más frecuentemente se localiza tirado en las calles de México, también ayudamos a conservar el petróleo y el gas natural, productos que son utilizados para la elaboración del material virgen de donde proviene el plástico.

De las 108,000 toneladas de PET que se reciclaron en el 2009, el 40% se valoriza y comercializa en México, mientras que el 60% se exporta primordialmente a China, Estados Unidos, Canadá, India, Singapur y otros, quienes devuelven este plástico ya integrado en productos como juguetes, bolsas y zapatos ^[4].

Recomendaciones para reciclar plásticos

- Al ir de compras al supermercado, se recomienda dar preferencia a los alimentos empacados en recipientes de aluminio o vidrio sobre los plásticos ya que los dos primeros son 100% reciclables.
- Es recomendable hacer una clasificación inicial del tipo de plástico: PET, PVC, PEAD, PEBD, PP o PS.

- Separar las botellas de plástico PET que son las que se pueden reciclar con mucha mayor facilidad, quitarles la tapa, aplastarlas y depositarlas en el contenedor especial para ellas.

Vidrio

El vidrio es el material ideal para envasar muchos productos del mercado, ya que es el que mejor conserva los medicamentos y es el material más higiénico para conservar alimentos, porque no modifica ni su color, ni su sabor, ni su aroma.

El primer paso en el proceso de reciclado de vidrio es la limpieza. Aunque el vidrio se encuentre mezclado en distintos colores, no influye para la producción de nuevos envases, ya que es posible tratar el vidrio de color con decolorantes, sin embargo es importante la separación del vidrio blanco desde un inicio, para obtenerlo más puro y reducir el uso de decolorantes.

Importancia de reciclar vidrio

Una botella de vidrio tarda más de 1,000,000 de años en destruirse y en la actualidad 50% de los envases de vidrio que se utilizan quedan enterrados en los rellenos sanitarios. La principal materia prima con que se elabora el vidrio es la arena sílica, la cual se mezcla con otras materias primas como cloruro de potasio y caliza, se funde en hornos especiales. Este proceso requiere de un gran gasto de energía.

El vidrio es 100% reciclable, de manera infinita ya que nunca pierde sus características esenciales. Además, al reciclar una tonelada de vidrio se reduce 20% la contaminación del aire y 50% la del agua, y con la energía que se ahorra al reciclar un solo envase se puede mantener un televisor prendido durante cuatro horas ^[4].

En otro reporte se dice que gracias al reciclado de 64 mil toneladas de vidrio en los últimos 2 años, se evitó el consumo de 22.1 millones de KWH de electricidad, que hubiera sido necesaria si se fabricara vidrio a partir de materias primas. Este ahorro equivale a proveer de electricidad a casi 17 mil hogares durante un año ^[5].

Recomendaciones al reciclar vidrio

- Es recomendable guardar las botellas de vidrio ordenadamente para ocupar el menor espacio posible y se puede separar por colores.
- El vidrio se debe separar por colores y depositar en el contenedor correspondiente.

Neumáticos

La disposición inadecuada de los neumáticos puede causar diversos problemas ambientales y de salud. La mayoría de los problemas son causados por la acumulación de neumáticos que se mantienen por mucho tiempo en lugares inadecuados, donde las cavidades en el interior de ellos proveen hábitáculos adecuados para los roedores.

Otro riesgo es que, las cavidades retienen agua cuando llueve y se prestan para que en ellas se desarrollen criaderos de mosquitos transmisores de diversas enfermedades. Aunado a lo anterior, los montones de llantas representan un riesgo de incendio, y la combustión de esta cantidad de llantas es muy difícil de extinguir dado a que en las cavidades internas retienen oxígeno el cual alimenta constantemente a la llama. Algunos fuegos de grandes cantidades de llantas en los Estados Unidos, han estado ardiendo por alrededor de un año. Al quemarse las gomas emiten al aire un humo negro con muchos contaminantes; además el aceite y otros remanentes de la combustión contaminan el suelo y pueden afectar los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos. Para poder resolver adecuadamente toda la situación problemática que ocasiona la generación y disposición inadecuada de los neumáticos, hace falta una acción colectiva y coordinada por parte del gobierno y de la ciudadanía.

Los neumáticos desbalanceados o desalineados se gastan mucho más rápido de lo normal, no se gastan uniformemente y tienen que ser reemplazados antes de tiempo. Por lo que se recomienda comprar neumáticos de buena calidad que le den un rendimiento superior a los 60,000 kilómetros. Los neumáticos baratos pronto tienen que ser reemplazados por su baja vida útil, además algunos representan un riesgo a la seguridad.

Recomendaciones para los neumáticos

- Se recomienda llenar los neumáticos del automóvil a la presión de aire recomendada por el fabricante, verificar la presión con cierta frecuencia. El correr el automóvil con las llantas infladas a baja presión causa que las mismas se gasten rápidamente, tendiendo a ser remplazadas antes de tiempo, causando una mayor generación de desechos.
- Balancear y alinear los neumáticos del automóvil por lo menos dos veces al año o cuando estime que sea necesario.
- Reutilizar los neumáticos, las llantas usadas en buenas condiciones, pueden ser empleadas como refacción o ser renovadas para su posterior uso. De esta manera se evita por un tiempo adicional que estas pasen a ser parte de la corriente de desperdicios.
- Reciclar los neumáticos en otros productos, esto se puede hacer cortando las llantas en formas adecuadas o materiales para la elaboración de nuevos productos. Por ejemplo, alfombras de piso, sujetadores del tubo de escape de los automóviles, se pueden hacer sillones, utilizar los neumáticos como maceteros entre otros usos (Figura 5).

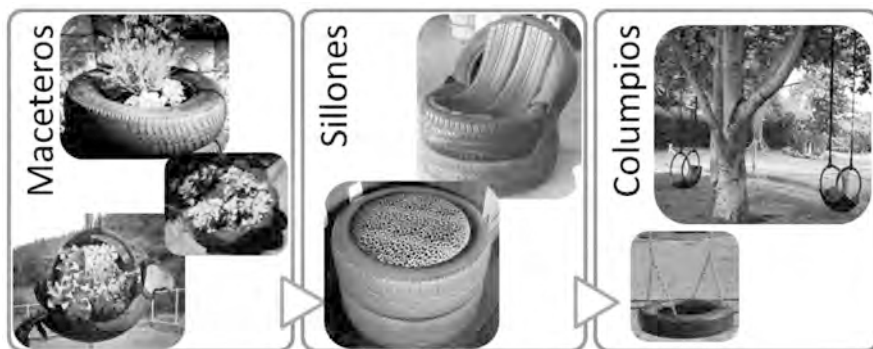


Figura 5. Ejemplos del reúso de los neumáticos.

Separación de residuos en la fuente tanto en viviendas como en una unidad habitacional

En un sistema de manejo integral de residuos sólidos, la separación tiene como propósito facilitar el manejo de los residuos, separando los materiales susceptibles de ser reutilizados o para su disposición final.

La separación tiene varios tipos, de acuerdo al grado de separación. Estos tipos pueden ser binarios (orgánico e inorgánico; Figura 6), terciarios (orgánicos, reciclables, no reciclables) y polinarios (orgánicos, metales no férricos, metales férricos, papel y cartón, plástico, vidrio, no reciclables, etc.).



Figura 6. Esquema de separación binaria: orgánicos e inorgánicos.

Separación de la basura orgánica

Basura orgánica es todo desperdicio alimenticio, como cáscaras y recortes de frutas y verduras, desperdicio de café, cáscaras de huevo, restos de alimentos (con excepción de carne) y desechos de jardín como pasto y hojas (Figura 7).

Se coloca toda la basura orgánica en un bote ubicado en algún lugar de fácil acceso dentro de la cocina. El contenido de este bote junto con los desperdicios del jardín será aprovechado para ir haciendo composta. La composta o humus es el mejor abono natural y el más barato para las plantas.



Figura 7. Ejemplo de residuos orgánicos.

Separación de la basura inorgánica

Estos residuos consisten en plástico, papel, vidrio, metales, entre otros, a diferencia de la materia orgánica, son residuos que no se descomponen (Figura 8). En un lugar de la casa se colocan cinco rejillas, o bien, cajas de cartón o bolsas de plástico grandes. Se usarán para ir depositando separadamente:

- a. Papel y cartón: hojas, periódico, revistas, cajas de cartón, etc., acomodarlo plano y desdoblado.
- b. Vidrio: botellas, frascos, etc., no es recomendable romperlo.
- c. Plástico: bolsas, envolturas, envases, etc.; para ahorrar espacio, cortamos los envases de plástico rígido por la mitad y colocamos unos dentro de otros.
- d. Metal: latas, tapas, corcholatas, entre otros. A las latas enjuagadas podemos quitarles la base, aplanarlas y así ocupar menos espacio.
- e. Varios: zapatos, madera, hule, trapos, pilas, aerosoles, entre otros.
- f. Control Sanitario: algodón, toallas sanitarias, gasas, pañales desechables, entre otros. Se da en una proporción muy pequeña y no es reciclable, por lo que se entrega al camión recolector.



Figura 8. Ejemplos de residuos inorgánicos.

Por otro lado, una separación más exhaustiva de residuos inorgánicos podría ser la representada en la Figura 9:



Figura 9. Separación polinaria de residuos sólidos.

En general, la separación de residuos tiene diversos objetivos tales como los siguientes:

- Facilitar el almacenamiento.
- Recuperar materiales para destinarlos al reúso o al reciclaje.
- Alargar la vida útil del sitio de disposición final.
- Separar residuos que están considerados como peligrosos o de manejo especial (Figura 10).



Figura 10. Residuos domésticos de manejo especial.

Hacer la separación desde las fuentes de generación, tiene ciertas ventajas y desventajas que se enlistan en la Tabla 2.

Tabla 2. Ventajas y desventajas que se tiene al hacer una separación adecuada.

Ventajas	Desventajas
Se obtienen residuos con mayor pureza. Mayor eficiencia en la recuperación de residuos por tipo de material. Facilidad en la clasificación de los materiales por separar. Se facilitan las tareas de recolección. Se economizan los programas de reúso y reciclaje.	Se requiere un mayor número de contenedores (dos o más, dependiendo los objetivos de separación). Se requiere de la voluntad y participación de los generadores.

Recomendaciones y alternativas del manejo de residuos sólidos

Para hacer compras inteligentes, tener un consumo sustentable y hacer un buen manejo de los residuos dentro de la vivienda solo se requiere seguir las tres “R”: (reducir, reutilizar y reciclar).

1) Reducir

Debemos reducir al máximo las compras. Cada vez compramos más productos innecesarios, la publicidad nos bombardea con productos que en teoría nos deben facilitar la vida, sin embargo, terminan como un artículo inútil en la basura. Dentro de la gestión integral, el aspecto más importante es sin duda la minimización en el consumo. Éste trae consigo la prevención y la minimización de los residuos sólidos que son generados en un domicilio.

- Sé un consumidor consiente y consume sólo lo que necesites.
- Adquirir productos de todo tipo en envases de gran capacidad y, preferentemente, reutilizables.
- Comprar productos de cerámica, cristal o barro, son más baratos, duran mucho más y no contaminan.
- No comprar vasos y platos de unisel, es mejor comprar de cartón para las fiestas.

- Llevar bolsas propias al momento de realizar compras.
- Evitar comprar productos con un empaque excesivo.
- Optar por adquirir alimentos a granel.
- Evitar utilizar, en lo posible, artículos desechables (como pañuelos de papel, rollos de cocina, utensilios de cartón o plástico).
- Conservar los alimentos en recipientes duraderos.
- Dejar de emplear pequeños electrodomésticos cuya actividad podemos realizarla sin su ayuda.
- Evitar utilizar aparatos que funcionen con pilas (Figura 11). De no ser posible, utilizar pilas recargables o no contaminantes.
- Buscar artículos biodegradables, eficiencia energética y normas de calidad (duraderos y de fácil reparación).
- Evita la compra de todo tipo de aerosoles y spray. Existen alternativas sin sustancias nocivas para la capa de ozono o que no favorecen el efecto invernadero: vaporizadores, brochas, desodorantes de tubo, etc.
- Prefiere productos con empaques fabricados con materiales reciclables; con ello contribuyes a que se consuman menos recursos naturales.
- Buscar eco etiquetado.
- Cuando se haga un regalo, procurar evitar bolsas laminadas.
- La cultura del papel está muy arraigada entre nosotros, pero es tiempo de cambiar estos hábitos por el uso de archivos electrónicos.

2) Reutilizar

Es el empleo de un material nuevamente sin que este sea transformado por algún tipo de proceso. Entre más reutilicemos, menos basura tiraremos y menos compras tendremos que hacer. Esto beneficia al medio ambiente y también a nuestro bolsillo.

- Utilizar el papel por ambas caras al escribir antes de tirar la hoja. También al sacar fotocopias.
- En caso de contar con jardín, regular la materia orgánica.

- Reutilizar las bolsas de plástico de los supermercados para recolectar la basura.
- Reutilizar los recipientes de vidrio y cristal.
- Ropa vieja como trapos o llevar a centros de acopio.
- Realizar ventas de garaje.
- No comprar envases de Tetra Brick, que son un símbolo de nuestra sociedad actual basada en productos de usar y tirar, si los compras utilízalos como macetas, lapiceros etc., ya que para que pueda ser degradado se tarda unos treinta años.
- Comprar refrescos en botellas de vidrio retornables, es decir, aquellas que se tienen que devolver en la tienda o en el mercado al comprar otras nuevas.
- Prefiere los productos cuyos envases de plástico tengan el logotipo de reciclable o reciclado.



Figura 11. Baterías no recargables.

- Si en casa tomas café y utilizas filtros de papel, propón que se compren filtros reutilizables y lavables, es más barato y produce menos basura.
- Los juguetes o ropa que ya no se utilicen en lugar de tirarlos a la basura los puedes regalar para que sean reutilizados. También la madera y los trapos viejos pueden ser aprovechados y reutilizados para otros fines.
- Compra usado. Comprar cosas que han sido usadas antes significa que tu compra no usa más recursos ni energía. Si el artículo sigue siendo reusable cuando termines de usarlo tú, la persona que lo use después de ti tampoco estará usando más recursos naturales ni energía. Puedes encontrar ropa de etiqueta, accesorios para tu recámara e incluso equipo deportivo en las tiendas locales de segunda. Compra en línea o en las tiendas locales discos compactos (CD) y libros usados ^[6].
- Otra manera de ahorrar recursos y energía es intercambiar productos entre amigos y familiares en lugar de comprarlos nuevos ^[6].
- Reutiliza los envases y recipientes de yogur y mantequilla para guardar y congelar sobrantes de comida o úselos como moldes para gelatina y flan.
- Las pilas son muy contaminantes una vez que las tiramos a la basura. Sobre todo las más pequeñas llamadas botón y las alcalinas; es mejor usar pilas recargables que duran de 300 a 1,000 veces más que una pila no recargable (Figura 12).



Figura 12. Pilas recargables.

3) Reciclar

El reciclaje se basa en la separación de la basura con el fin de reincorporar algunos de estos desperdicios a la cadena de consumo. Con ello se logra una disminución en la emisión de desechos y se participa y fomenta el crecimiento de una rama industrial nueva, fuente de trabajos y productos más baratos y de producción más limpia, ya que no se requiere empezar a partir de la producción de la materia prima extraída de fuentes naturales.

Comprar artículos que se fabrican con materiales de contenido reciclado significa que se usaron menos recursos naturales, como árboles, para producir el producto. Los productos fabricados con papel, plástico y otros materiales reciclados generalmente son fáciles de reconocer en las tiendas; lee las etiquetas. Intenta primero con los útiles de la escuela. Muchas tiendas tienen cuadernos, bolígrafos y otros productos reciclados.

Millones de árboles son talados cada año para abastecer al mundo de papel, el reciclaje será, en un futuro la única alternativa, ya que no habrá lugar dónde depositar la basura y no habrá suficiente materia prima para abastecer el mercado si no es reciclando. La industria de productos de usar y tirar es la que genera más basura en todo el mundo. Pueden agregarse a la composta los pañuelos desechables.

Las latas de refrescos: se fabrican con metales como el hierro, el estaño y el aluminio, cuya extracción es muy costosa y son minerales que debemos ahorrar. Se pueden reciclar, es importante señalar que estas latas vienen en paquetes de seis, unidas por aros de plástico (Figura 13) que pueden provocar la muerte de aves marinas y peces que quedan atrapados en ellos.

Cada producto que se encuentra en el mercado es resultado de un proceso que, entre otras, tiene implicaciones ambientales. Desde los recursos naturales que necesitan para su elaboración y su procesamiento, los elementos químicos que se agregan en su preparación, su empaque y distribución. En cada una de estas etapas existe un efecto sobre el medio ambiente: contaminando agua, suelo y aire. Afortunadamente algunas empresas ya están colaborando lanzando al mercado productos menos dañinos.

- Separar los materiales con el fin de reciclarlos eficientemente.
- Separar la basura orgánica, el papel y cartón, envases de vidrio.
- Llevar a centros de acopio: papel, cartón, aluminio, vidrio, periódico, fierro, plástico (Figura 13).
- No mezclar.
- Los artículos electrónicos como: computadores, I pod, celulares, también son susceptibles al reciclaje.
- Si depositas el papel higiénico en el escusado, cómpralo blanco, ya que el de color contamina el agua.
- En Navidad, si se compra un árbol natural, se debe revisar que haya sido cultivado en plantaciones forestales y que cumpla la norma establecida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Es importante verificar la etiqueta que indica la procedencia del árbol. Prefiere árboles con raíz para poder plantarlos más tarde en un jardín o una maceta.
- Elige y compra productos que sean competitivos en cuanto a precio y calidad, pero que además son concebidos con la incorporación de criterios ambientales.



Figura 13. Centro de acopio.

Las prácticas anteriores van encaminadas a cambiar los hábitos adquiridos de la sociedad, la cual a su vez influenciará sobre las decisiones de producción de las empresas.

Reciclar es bueno, pero es mucho más importante Reducir el consumo irresponsable e innecesario y Reutilizar los bienes.

Residuos peligrosos en casa-habitación

Numerosos productos de uso domésticos, una vez utilizados, o al concluir su vida útil se convierten en residuos peligrosos, que tanto por su composición, como su manipulación, tratamiento y disposición final pueden acarrear los más diversos trastornos ambientales, con sus consecuentes perjuicios en la salud humana.

Dentro de estos residuos peligrosos generados en nuestros hogares, podemos mencionar los residuos patológicos cuando se tiene a un ser querido enfermo; otra serie de residuos peligrosos lo constituyen las sustancias tóxicas y los envases que las contienen, los cuales son descartados una vez que su contenido se ha agotado (ejemplo: pilas y baterías, envases de insecticidas, herbicidas, pinturas y solventes, productos químicos de limpieza, entre otros) y por último, hay una serie de residuos domiciliarios que se transforman en residuos peligrosos por su mala manipulación y disposición final, por ejemplo: la quema de residuos plásticos generan una serie de sustancias tóxicas y persistentes (dioxinas y furanos) en el ambiente y que la Organización Mundial de la Salud las ha catalogado como sustancias cancerígenas para el ser humano.

De acuerdo con los datos disponibles, el 47% de los residuos sólidos peligrosos provienen de los hogares, 29% de los comercios, 15% de los servicios, 3% son residuos controlados y 6% proviene de otras actividades (Figura 14).



Figura 14. Fuente generadora de Residuos Peligrosos.

Las principales fuentes generadoras de residuos peligrosos dentro de la vivienda se muestran en la Figura 15.

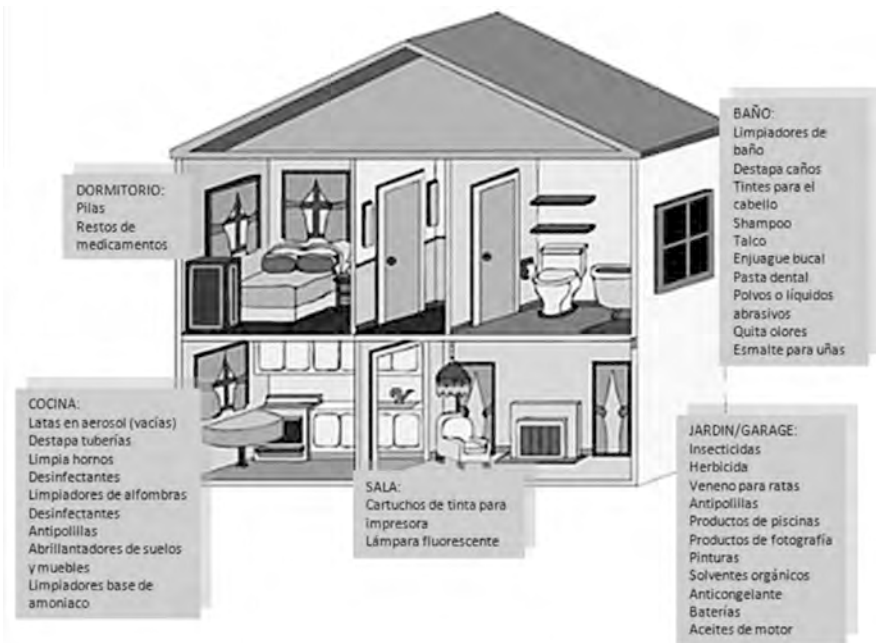


Figura 15. Fuentes generadoras de residuos peligrosos en casa-habitación.

Los gobiernos han desarrollado leyes que regulan y controlan las sustancias peligrosas en distintos entornos para cuidar lo siguiente:

- Evitar que se vendan las sustancias que presentan riesgos demasiado altos para la salud y para los ecosistemas.
- Restringir o conducir el uso de algunas de ellas.
- Limitar la cantidad que puede liberarse en el ambiente.
- Obligar a los productores a informar a los consumidores de su presencia en los productos de consumo (a través de etiquetas y otros medios).
- Exigir a los empresarios informar y capacitar a los trabajadores involucrados en el manejo de sustancias peligrosas.
- Poder transportar, almacenar, procesar, utilizar, reciclar y tratar las sustancias peligrosas, así como darles disposición final en un lugar seguro y ambientalmente adecuado.

Recomendaciones para el manejo de residuos peligrosos en casa-habitación

El manejo inadecuado de los materiales y residuos peligrosos conlleva impactos ambientales importantes al suelo, aire y agua, así como daños a la salud. Algunas recomendaciones importantes acerca del manejo de este tipo de residuos son las siguientes:






- Algunos productos de uso común en el hogar tales como limpiadores, pinturas, solventes e insecticidas son considerados materiales peligrosos por algunos de sus componentes, por lo que es necesario hacer un manejo y disposición adecuados de ellos.
- Para productos de limpieza, buscar alternativas menos tóxicas como el bórax, el vinagre blanco y el bicarbonato de sodio.
- Utilizar preferentemente jabones y detergentes que no estén hechos a base de fosfatos y nitratos.
- Evitar el uso de destapacaños líquidos, es mejor bombear manualmente o verter agua hirviendo con bicarbonato de sodio y vinagre.
- Substituir las pinturas de *aceite* por pinturas hechas a base de látex o agua.






- Nunca tirar pinturas y aceites al drenaje.
- Procurar evitar al máximo el uso de plaguicidas, y en caso de ser necesarios aplicarlos siguiendo las instrucciones que aparecen en el producto.
- Las pilas del tipo AA, AAA, D y C son cada día más utilizadas, por lo que la mejor recomendación es evitar adquirir productos innecesarios que las requieran, comprar pilas recargables o equipos que funcionen con energía solar.
- Las pilas recargables, tales como las utilizadas por los teléfonos celulares, contienen sustancias tóxicas como el cadmio y el litio por lo que la mejor alternativa es aprovecharlas hasta el final de su vida útil.





En la Tabla 3 se describen los tipos de productos utilizados en el hogar que generan residuos peligrosos y qué alternativas tomar en cuanto a su uso o algunos productos sustitutos. La mayor parte de los residuos peligrosos mencionados en la Tabla 3 se pueden manejar de las siguientes formas:






- a. Enjuagar el envase con abundante agua y usar el producto remanente antes de desecharlo a la basura. Ejemplo: limpiadores multiusos, desinfectante, lejías, tintes para el pelo, shampoo, etc.
- b. Llevar a un punto limpio y depositar en residuos peligrosos. Ejemplo: pilas, anticongelante, baterías, cartuchos de tinta para impresoras, fertilizantes, insecticidas, etc.
- c. Colocar en sus propios envases y llevarlos a donde se compraron. Ejemplo: pinturas, disolventes, removedores, etc.
- d. Colocarlos en envases bien tapados o en bolsas de plásticos selladas y desechar a la basura. Ejemplo: medicinas caducas, jeringas, material de curación, residuos sanitarios aerosoles, etc.






Tabla 3. Productos que generan residuos peligrosos y alternativas o productos sustitutos.






	Tipo de producto	Componentes peligrosos	Propiedades peligrosas	Alternativas y productos sustitutos	
COCINA		Hidróxido sodico Hidróxido potásico Amoniaco	Tóxico Corrosivo	Aplicar con un pulverizador una mezcla de tres cucharaditas de carbonato de sodio en un litro de agua tibia. Esperar 20 minutos y después lavar. Para las manchas persistentes frotar con una fibra de lana de acero fina cubierta de bicarbonato de sodio.	
		Limpiadores para cristales	Hidróxido sodico Hidróxido potásico	Tóxico Corrosivo	Utilizar una mezcla de un cuarto de taza de vinagre blanco en un litro de agua tibia ya aplicar en los cristales frotando con papel periódico.
		Limpiador multiusos	Hidróxido sodico Hidróxido potásico	Tóxico Corrosivo	Utilizar una mezcla de una cucharadita de bórax (sal de sodio derivada del ácido bórico), desinfectante o jabón, con un poco de limón o vinagre, en un litro de agua tibia.
		Lustra plata y otros metales	Amoniaco Destilados de petróleo, Etanol	Tóxico Irritante	Limpiar con jugo de tomate o sobrante de salsa catsup. Limpiar con solución de bicarbonato de sodio, limón y agua.
		Abrillantador de suelos y muebles	Destilados del petróleo, nitrobenenceno, dietienglicol	Tóxico e inflamable	Una parte de zumo de limón y dos partes de aceite de oliva o vegetal.







COCINA					
	Tipo de producto	Componentes peligrosos	Propiedades peligrosas	Alternativas y productos sustitutos	
	Desinfectante	Dietileno y metilenglicol Hipoclorito sódico Fenoles	Tóxico Corrosivo	Mezclar cuatro litros de agua hirviendo, una tasa de bórax y vinagre blanco sin diluir.	
	Lejías	Hidróxido potásico o sódico, peróxido de hidrógeno, hipoclorito sódico o cálcico	Tóxico Corrosivo	Para la colada, media taza de vinagre blanco o media taza de bicarbonato.	
	Limpiador a base de amoníaco	Amoníaco y etanol	Irritante, tóxico y corrosivo	Para los suelos mezclar vinagre, sal y agua, y para el cuarto de baño, mezclar bicarbonato y agua.	
	Limpiador de alfombras y moquetas	Naftaleno, amoníaco percloroetileno, ácido oxálico, dietilenglicol	Tóxico y corrosivo	Extender bicarbonato sobre la alfombra o moqueta y pasar la aspiradora.	
	Ceras para muebles		Tóxico y corrosivo	Para pulir muebles puede emplearse una cucharadita de aceite de limón en un litro de aceite mineral o usar jabón de aceite para limpiar y un paño para sacar brillo. En caso de que existan manchas de agua en muebles, pueden frotarse con pasta de dientes.	






BAÑO				
	Tipo de producto	Componentes peligrosos	Propiedades peligrosas	Alternativas y productos sustitutos
	Polvos o líquidos abrasivos	Fosfato trisódico, amoníaco y etanol	Irritante, tóxico y corrosivo	Fregar la superficie con borax humedecido en el zumo de medio limón, enjuagar y secar
	Aerosoles		Tóxico	Seleccionar productos que no contengan aerosoles; es mejor usar equipos que pulvericen el producto o lo dispersen de forma manual.
	Limpiador de baño	Ácido oxálico o muriático Paradicaloro-benceno Hipoclorito cálcico	Tóxico Corrosivo Irritante	Cepillar con bicarbonato de sodio. Cepillar con bórax. Remojar con vinagre blanco.
	Destapa caños	Hidróxido sódico o Hidróxido potásico Hipoclorito sódico Destilados de petróleo Ácido clorhídrico	Tóxico Corrosivo	Para prevenir que se tapen las tuberías de desagüe, debe colocarse un filtro en la coladera. Para destaparlas se puede verter agua hirviendo por los drenajes una vez a la semana; también se puede emplear una "serpiente o vibora metálica" o un destapador de hule ("bomba"). Mezclar cincuenta mililitros de vinagre, un cuarto de taza de bicarbonato, agua hirviendo y verterlo en el drenaje.

BAÑO					
	Tipo de producto	Componentes peligrosos	Propiedades peligrosas	Alternativas y productos sustitutos	
	Pinturas y tintes para el cabello	Colorante Detergente Amoniaco Aceite mineral Plomo Fragancias Glicoles Etanol	Tóxico	Utilizar Henna color oscuro o claro	
	Shampoo	Colorantes, Etanol, Amoniaco, Plástico Formaldehido Nitratos Fragancias	Tóxico Irritante	Mezclar media taza de agua destilada con aguacate y almendra triturada	
	Talco	Fragancias	Irritante	Usar polvo de avena	
	Enjuague bucal	Propelente, Amoniaco, Crosol, Glicoles, Fenoles, Formaldehidos	Tóxico	Hierbabuena. Bicarbonato de sodio. Menta	
	Pasta dental	Amoniaco, Etanol, Flúor, Alcohol, Sacarinas	Tóxico Inflamable	Usar bicarbonato de sodio. Puede mezclarse con gel de menta	

	GARAGE				
Imagen	Tipo de producto	Componentes peligrosos	Propiedades peligrosas	Alternativas y productos sustitutos	
	Ambientador	Naftalina, Limoneno	Tóxico Inflamable	Ventilar bien las habitaciones. Colocar un frasco con bicarbonato de sodio en los armarios y en el refrigerador para atrapar las sustancias que provocan los malos olores. Hervir clavo y canela. Colocar plantas de interiores que ayudan a limpiar el aire o cestas con hierbas de olor.	
	Restos de medicamento o medicinas caducas, jeringas	-----	Contaminante	-----	
	Material de curación, pañales, toallas sanitarias, papel sanitario	-----	Contaminante	Usar pañales de tela.	
	Productos de piscina	Ácido clorhídrico, hipoclorito sódico	Tóxico y corrosivo	Ozono o sistemas de luz ultravioleta	
	Productos químicos para fotografía	Plata, ácido acético, hidroquinona, sulfito sódico, ferrocianuro	Irritante, tóxico y corrosivo	Desconocidos	

GARAGE					
	Tipo de producto	Componentes peligrosos	Propiedades peligrosas	Alternativas y productos sustitutos	
	Pilas	Mercurio, zinc, plata, litio, cadmio	Tóxico	Placas solares, relojes de cuerda, utilizar aparatos que se conecten a la red	
	Pinturas	Bióxido de titanio, Cadmio, Compuestos orgánicos volátiles y organoclorados	Tóxico	Las pinturas látex (vinílicas) de agua son la mejor elección. Existen pinturas y tintas esmaltadas solubles en agua. La limpieza no requiere disolventes.	
	Disolventes	Compuestos orgánicos volátiles y organoclorados	Tóxico y Flamable	El disolvente usado debe colocarse en un envase tapado y dejarse reposar hasta que las partículas de pintura se depositen en el fondo. Después puede recuperarse la fracción líquida del solvente para volverse a utilizar y el sedimento manejarse como residuo peligroso.	
	Removedores de pintura	Compuestos orgánicos volátiles y organoclorados	Tóxico y Flamable	Utilizar pistola térmica y raspador para quitar la pintura, empleando un equipo protector para evitar inhalar el polvo generado.	
	Cartuchos de tinta para impresora Envases de aerosoles. Lámparas fluorescentes	Metales pesados	Tóxico		

JARDIN					
Tipo de producto	Componentes peligrosos	Propiedades peligrosas	Alternativas y productos sustitutos		
 <p>Anticongelante</p>	Etanodiol	Tóxico	El anticongelante puede ser reutilizado después de filtrarse.		
 <p>Baterías</p>	Mercurio, Cadmio	Tóxico y Corrosivo	---		
 <p>Aceites de motor</p>	Metales pesados	Tóxico	El aceite de motor sintético dura más tiempo que el aceite normal, con lo cual se reduce la cantidad utilizada.		
 <p>Fertilizantes químicos</p>	Organofosforados, Amonio, cadmio	Tóxico	Sustituir por composta elaborada con restos de alimentos y de jardinería.		
 <p>Fungicidas</p>	Organofosforados	Tóxico	Primero hay que retirar las hojas y ramas afectadas y aplicar pulverizaciones de azufre o de aceite inactivo (que no contenga cobre)		
 <p>Herbicidas</p>	Organofosforados	Tóxico	Eliminar manualmente las malas hierbas antes de que produzcan semillas, Utilizar mulch de alfalfa como controlador de malas hierbas.		

		Tipo de producto	Componentes peligrosos	Propiedades peligrosas	Alternativas y productos sustitutos
JARDIN		Veneno para ratas y ratones	Brodifacoum, Cumarinas (Ejemplo: Warfarina), Estricnina	Tóxico	Trampas y eliminar cualquier producto alimenticio
		Insecticida para hormigas y cucaracha	Organofosforados, Carbamatos, Piretinas	Tóxico	Para cucarachas: mezcla de bicarbonato con azúcar. Para hormigas poner polvo de chicharo en el hormiguero.
		Collares antipulgas y aerosoles	Organofosforados, Carbamatos, Piretinas	Tóxico	Pasar frecuentemente la aspiradora por el pelo de las mascotas y después deshacerse de la bolsa. Utilizar un buen peine contra pulgas e introducir las pulgas en agua jabonosa. Collar. Ungüento de hierbas (eucalipto o romero) o poner levadura de cerveza en los alimentos
		Insecticida de plantas de hogar	Metopreno, Malatión, Tetrametrina, Carbaryl	Tóxico	Mezcla de jabón en barra con agua o agua jabonosa, rociar sobre las hojas y después secar
		Antipollillas	Naftaleno, paradiclorobenceno	Tóxico	Astillas de cedro, periódicos, flores de lavanda. En cajones colocar trozos de cedro, bolsitas de alhucema o hierbas secas.

El Compostaje como alternativa del manejo de residuos orgánicos

La composta es la mezcla de materiales orgánicos que pasa por un proceso controlado de degradación, que tiene como fin el transformarlo en un producto fertilizante. La composta puede llevarse a cabo de manera aerobia o anaerobia, es decir, en presencia o no de oxígeno; esta presencia le ayuda a llevarse a cabo más rápidamente por lo que también son llamados compostaje rápido y lento, respectivamente. La composta se puede obtener mediante la descomposición de la materia orgánica en condiciones aerobias o anaerobias (con o sin oxígeno, respectivamente).

Composta rápida o aerobia

La composta que se obtiene por método aerobio, o en un medio con oxígeno, es la más utilizada y se emplea para producir composta en tres a cuatro meses; se junta un metro cúbico de material y se pica todo en pedazos de menos de 5 cm. Se revuelve la mezcla una o dos veces por semana y se cuida de que esté siempre con la humedad adecuada. Se recomienda no agregar material fresco ya que se puede retrasar la producción de composta, una opción es iniciar una pila nueva.

El compostaje en condiciones aerobios registra un incremento espontáneo en la temperatura que favorece la eliminación de microorganismos patógenos y no libera olores. Se recomienda para las zonas rurales y barrios habitacionales con jardines, camellones, floricultura doméstica y azoteas verdes, entre otras, se debe promover la elaboración de composta a nivel domiciliario. La aireación se logra volteando o colocando pequeñas chimeneas o excavaciones en el material que se está composteando.

Composta lenta o anaerobia

La descomposición anaerobia, genera olores desagradables y requiere de infraestructura y conocimiento técnico especializados; se lleva a cabo en contenedores sellados que permiten la recuperación y uso de biogás que se genera en el proceso de descomposición de los residuos.

Se recomienda armar una pila añadiendo material en la medida que se genere. Al cabo de un año habrá composta lista, es necesario, hacer un hoyo a un lado de la pila para alcanzar la composta que está en el fondo. Se puede ayudar un poco al proceso, rociando agua (una o dos veces por mes) y enterrando una vara o palo en la mezcla, para asistir la aireación.

En la Tabla 4 se describen algunas estructuras en las que se puede llevar a cabo el composteo.

Tabla 4. Estructuras para composteo.


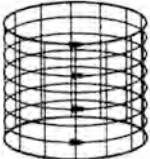
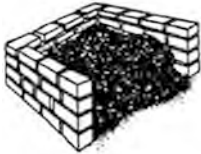
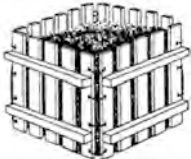



Diagrama	Descripción
	<p>Esta estructura, conocida como contenedor de barda, consiste en un cercado prefabricado colocado en forma de círculo que se sujeta por dos o cuatro puntos con postes anclados al suelo.</p>
	<p>Contenedor de alambre. Este contenedor de forma cilíndrica se construye sujetando una malla de alambre por sus extremos.</p>
	<p>El contenedor de bloque puede construirse con tabiques o rocas. Es importante que se mantenga un espaciamiento entre los tabiques para permitir que el aire fluya dentro de la masa de compostaje.</p>
	<p>Esta estructura es una modificación del contenedor de barda y el contenedor de bloques. Se tiene la estructura de bardas en un arreglo cuadrado, pero se deja una pared removible para permitirnos un mezclado manual mejor.</p>

Diagrama	Descripción
	<p>El tener múltiples contenedores permite mover la composta de un contenedor al otro, logrando con ello un mecanismo de calidad del fertilizante obtenido.</p>
	<p>El contenedor de cilindro rotable presenta un mecanismo más eficiente para el mezclado del material. La materia orgánica es colocada dentro y tan sólo se espera a que quede lista para implementarla.</p>
	<p>Un contenedor sellado es lo que se requiere para llevar a cabo el proceso lento de fermentación. Estos contenedores deben de tener una entrada, con llave, para la materia orgánica, una válvula de escape para los gases acumulados en el interior; y un suministro de agua para mantener la mezcla con humedad. En algunos casos es posible conectar la toma de válvula de escape al sistema de gas del hogar.</p>

Para determinar el tamaño del sitio de composteo se deben de tener en cuenta la cantidad de material orgánico por día que se desecha, el tiempo de composteo y los requerimientos propios del suelo. Algunas de las fallas que se pueden presentar en este proceso son descritas en la Tabla 5.

Tabla 5. Fallas comunes en el composteo.

Característica	Problema	Solución
Composteo aerobio		
Mal olor de la composta.	Falta de aire.	Revolver el material, procurando que no se compacte demasiado. Agregar materia orgánica seca si se nota que la composta está muy húmeda.
El centro de la composta está seco.	Falta de agua.	Agregar una ligera cantidad de agua y revolver el material.
La composta está ligeramente húmeda y caliente sólo en el centro.	Falta de material.	Recolectar una mayor cantidad de material y revolverlo con el viejo.
El composteo superior no está caliente.	Falta de nitrógeno.	Mezclar material orgánico nuevo.
Composteo anaerobio		
La presión dentro del contenedor aumenta.	Acumulación de presión dentro del contenedor.	Revisar las válvulas de escape.
La temperatura del contenedor aumenta.	Filtración de aire dentro del contenedor.	Revisar el contenedor por posibles entradas de aire.

Diferentes opciones para hacer composta en desarrollos habitacionales

El compostaje es un proceso controlado para conseguir la transformación de un residuo orgánico en un producto estable, aplicable como mejorador de suelo ^[7]. La palabra *Composta* viene del latín componer (juntar). La definición más aceptada de compostaje es *La descomposición biológica aeróbica* (en presencia de aire) *de residuos orgánicos en condiciones controladas*.

La composta cumple importantes funciones en la vida del suelo, tales como: aportar nutrientes al suelo, mejorando su estructura, textura, aireación y la capacidad de retención de agua, por ejemplo al mezclar la composta con suelos arcillosos estos aumentan su porosidad y se trans-

forman en suelos livianos, en cambio en suelos arenosos aumenta la capacidad de retención de agua. También la composta permite controlar la erosión, se aumenta la fertilidad del suelo y se genera un aumento en el arraigamiento de las plantas ^[8].

Fabricar composta es una manera práctica, conveniente y *ecológica* de transformar los residuos sólidos orgánicos en un recurso útil como mejorador de suelos y, de paso, contribuir a la reducción de los residuos que van a vertedero, con lo cual se logra aumentar la vida útil de estos últimos ^[9].

Para lograr una buena composta se debe primero favorecer la descomposición aeróbica de los residuos sólidos orgánicos (en presencia de oxígeno y manteniendo una aireación adecuada) y, segundo, se debe realizar una balanceada mezcla de materiales que sirvan de alimento a los agentes que realizan la descomposición (principalmente bacterias, hongos y actinomicetes).

El compostaje tiene una gran importancia como alternativa de manejo de residuos ya que, por ejemplo, cerca del 50% de la basura domiciliar está constituida por materia orgánica y se puede aprovechar al 100% mediante este proceso ^[10; 11].

Opciones para una unidad habitacional

En unidades habitacionales se pueden recolectar los residuos orgánicos por separado para ser llevados a plantas de tratamiento centralizadas. Si no hay ninguna planta existen dos opciones para estos casos: el método de pila y el de cúmulos.

Método de pila

Para compostear en una unidad habitacional se requiere mínimo de 1 m x 1 m de espacio en un jardín, en donde armar una pila con los materiales orgánicos. La pila puede manejarse dentro de un contenedor o compostera. Si un metro no es suficiente elaborar la cepa de las dimensiones que considere adecuadas de acuerdo a la cantidad de residuos que se produzcan.

Según el volumen de residuos, la profundidad de la poza puede lle-

gar a 1.5 m como máximo. No es recomendable una profundidad mayor porque resulta difícil mantener un nivel adecuado de humedad y aireación, para ello es recomendable colocar un tronco o tubo de 5 cm de diámetro al centro para facilitar el ingreso del aire.

El ancho de la poza varía según la cantidad de residuos, y encima de ésta se recomienda depositar una cama de 50 cm de residuos, en seguida 0.5 cm de cal o ceniza, 5 cm de tierra. A continuación se repiten los pasos anteriores (Figura 16).

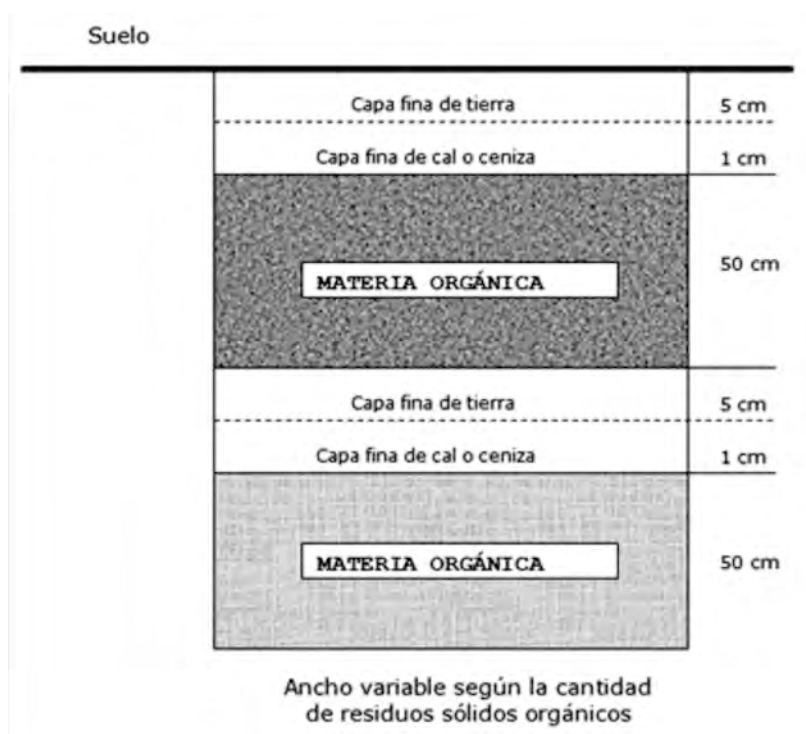


Figura 16. Preparación de la composta en pozas.

En poblados pequeños y zonas rurales es recomendable usar métodos manuales que permitan procesar tres a cuatro toneladas por día (de 100 a 150 viviendas). A partir de 250 viviendas organizadas, vale la pena montar una pequeña planta, de ahí hasta 20,000 viviendas organizadas

en conjuntos habitacionales; la planta puede ir creciendo modularmente.

En caso de tener una poza de 1.5 m de profundidad, será necesario dejar libre un espacio adyacente para voltear el material que se está composteando por lo menos un par de veces durante los primeros dos meses. Al voltear los residuos se debe procurar homogeneizar la masa verificar la humedad y agregar nuevamente un poco de ceniza (Figura 17).

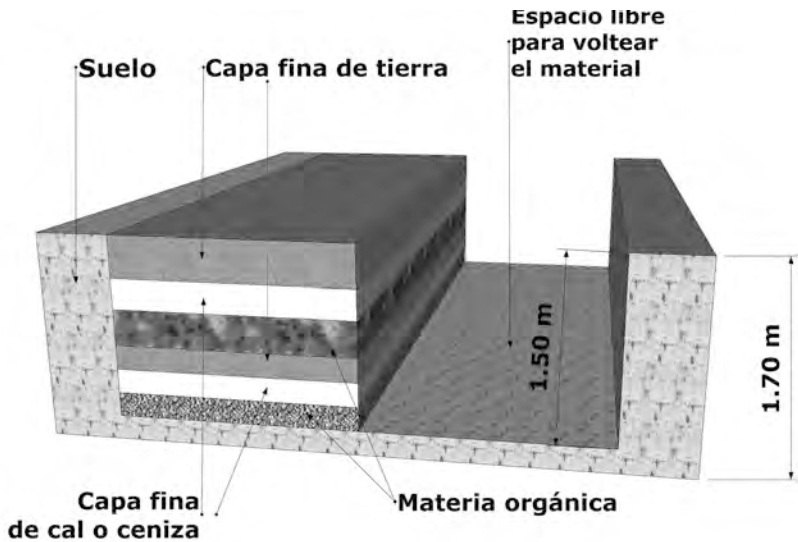


Figura 17. Proceso de elaboración de composta en pozas.

Método cúmulos

El método más recomendado para preparar la composta es a través de cúmulos (Figuras 18 y 19), que se construyen con la materia orgánica sobre la superficie del suelo, lo que resulta fácil de implementar y permite procesar de manera continua los residuos orgánicos.

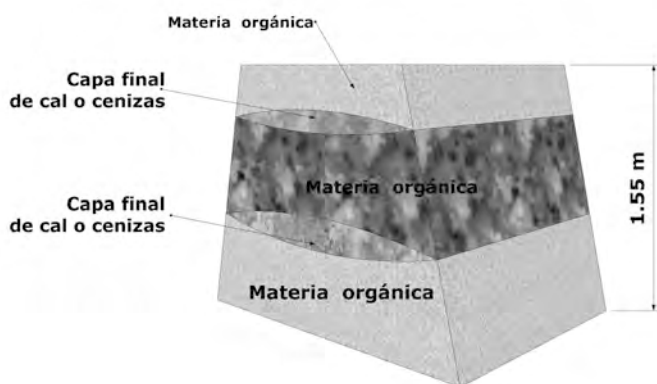


Figura 18. Diseño típico de un cúmulo de compostaje.

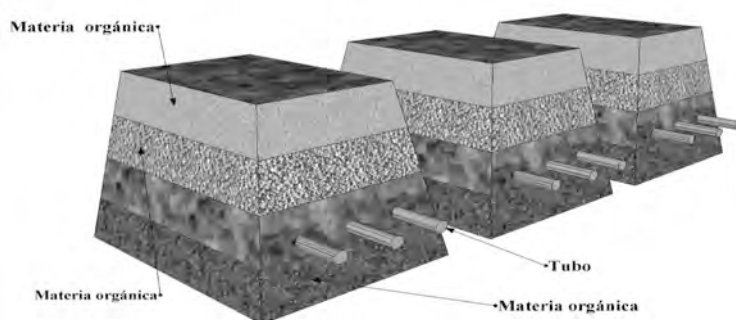


Figura 19. Preparación de composta en varios cúmulos.

Deben tener de 1.2 a 1.5 m de altura respectivamente, una altura menor dificultaría el calentamiento natural de la masa que se procesa, mientras que una altura mayor impediría la adecuada aireación del material. El largo del cúmulo depende de la cantidad de residuo orgánico disponible.

El proceso de compostaje dura aproximadamente tres meses, el cúmulo se construye en capas de 20 a 30 cm de altura a las que se les rocía un poco de cal o ceniza y agua para mantener una humedad uniforme (no debe formar un charco alrededor). Cada uno de los cúmulos requiere de aireación y

homogeneización durante el proceso, ya que la falta de oxígeno en la masa en descomposición convierte el proceso aerobio en un anaerobio y favorece la emisión de malos olores. El material orgánico tiene que ser revuelto frecuentemente para limitar las temperaturas a un máximo de unos 60 a 70°C para homogenizarlo. Después de algunas semanas se pueden juntar dos a tres pilas en una sola debido a la reducción de la cantidad.

En caso de contar con una fuente permanente de producción de residuos sólidos, se puede construir un cúmulo todos los días, de manera que al llegar al número 90 (tres meses), el cúmulo número uno ya se habrá convertido en composta, se puede retirar y tamizar (Figura 20), así mismo, se podrá construir un nuevo cúmulo en su lugar.

Esta rutina permite producir composta y recibir residuos orgánicos de manera continua. Se debe preparar un plan de trabajo que permita voltear tres veces cada cúmulo en los tres meses. Es importante establecer mecanismos de seguridad para evitar que el agua penetre a los cúmulos en la época de lluvia, además, se deberán tomar en cuenta las condiciones ambientales durante las diferentes estaciones del año, que puedan afectar al proceso de compostaje.



Figura 20. Ejemplo de un cúmulo ya convertido en composta, el cual ya se puede retirar y tamizar.

Ubicación del pozo, cúmulo o compostera

Se recomienda ubicarla en un suelo parejo y con buen drenaje. El lugar debe mantenerse parcialmente con sombra y protegido de viento fuerte. Es importante dejar espacio entre las piedras para que gusanos y otros organismos puedan pasar. Colocar la compostera cerca o en el lugar donde se plantará el año venidero, así sólo se esparcirá la composta cuando esté lista. Propuesta de ubicación para una unidad habitacional. El mejor lugar es junto a la planta de tratamiento de agua si es que existe.

Materiales que se pueden compostar

Los materiales a compostar se dividen en cafés y verdes, es decir, en más secos o más húmedos, respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6. Ejemplos de materiales que se pueden compostar.

Características	Observaciones
Cafés (secos)	
Aserrín, virutas de madera.	En pocas cantidades. No utilizar si proviene de madera enchapada.
Hojas perennes (no se caen en otoño).	A veces son muy duras, es mejor añadir las picadas.
Hojas secas.	Júntelas en otoño para usar durante las otras estaciones.
Pasto cortado y seco.	Cuando se requiere de materiales cafés para la mezcla se puede secar al sol pasto recién cortado.
Podas.	Ayuda a la aireación. Debe ser picado en pedazos chicos de máximo 5 cm.
Verdes (húmedos)	
Cenizas de madera quemada	Usar pocas cantidades
Cítricos	Requiere de buena aireación
Estiércol de animales herbívoros	Caballos, vacas, ovejas, pollos, patos, conejos, etc.
Frutas y verduras	Usar cáscaras o pedazos. Picado en pedazos chicos.
Hojas y bolsa de té	Esparcir

En la Tabla 7 se muestran algunos ejemplos de materiales que no se pueden compostar.

Tabla 7. Materiales que no son apropiados para compostar.

Material	Observaciones
Carne, huesos, pescado	Emiten olores y atraen roedores y vectores
Cenizas de carbón	No incluir
Comida cocida y granos	Pueden contener aceites y grasas que atraerán roedores y vectores
Excrementos de animales carnívoros (perros, gatos)	Pueden contener organismos peligrosos para la salud
Aceites y grasas	Se pudren y huelen mal cuando se descomponen
Malezas y plantas persistentes	Por ejemplo, malezas y plantas que tienen raíces persistentes, asimismo malezas que tengan semillas
Material inorgánico	Como vidrios, latas, metales, plásticos
Plantas enfermas	No incluir
Productos lácteos	Como queso, mayonesa, aderezo, leche, yogurt, crema, etc.

Mientras más variada sea la materia orgánica, mejor será la descomposición y calidad de la composta, es necesario disponer de una mezcla de compuestos de alta y baja relación carbono/nitrógeno que va a depender de las características de los productos de origen animal o vegetal.

Los residuos sólidos que tienen una baja relación carbono/nitrógeno se descomponen con mayor rapidez. Por este motivo, es mejor mezclar residuos con baja relación carbono/nitrógeno como vísceras de pescado y plantas frescas con residuos de alta relación carbono/nitrógeno como restos de caña de azúcar, paja y hojas secas de árboles. En la preparación de la composta, la mezcla adecuada de residuos orgánicos debe tener una relación inicial carbono/nitrógeno de aproximadamente 25 a 50. La materia en descomposición debe tener 50% de humedad. Para obtener este nivel se agrega agua hasta que no haya escurrimientos de ésta o tenga una apariencia de tierra húmeda.

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que deben tenerse en cuenta

Humedad: para medir humedad, apretar un puñado del material de la pila en la mano. Si puede hacer una pelota de material con la mano sin que ésta gotee o se desmenuce fácilmente, está correcto (como una esponja bien estrujada). Si está seco, agregar material húmedo (verde), o agua uniformemente.

Temperatura: dependiendo de qué materiales ha añadido a la pila y si se voltea frecuentemente, habrá una alza de temperatura dentro de ésta, debido al calor generado por la actividad de los microorganismos. Esto es bueno pues indica un proceso activo y el compostaje se hace más rápido. Si desea obtener compost en poco tiempo deberá airear (voltear) la mezcla cada vez que la temperatura descienda. Finalmente, cuando el compost esté casi listo, la temperatura bajará sin importar cuantas veces lo voltee.

Microorganismos: si su pila o compostera está colocada directamente sobre la tierra, los microorganismos y otros que se requieren en el proceso pasarán solos a la mezcla. Sin embargo, si sus materiales se encuentran aislados, es bueno agregar a la mezcla unos puñados de compost viejo o tierra para ayudar a iniciar el proceso.

Época del año: bajas temperaturas (invierno) retrasarán el compostaje. Es mejor iniciar una pila en primavera o verano.

Tiempo y requerido para que esté lista la composta: dependiendo de cuanto trabajó el proceso, la composta está lista en un periodo de tres a doce meses. La composta puede haber alcanzado la etapa de madurez o encontrarse como composta inmadura. En la Tabla 8 se da una guía de cómo saber que el proceso está listo.

Se puede hacer la prueba de la bolsa: colocar aproximadamente un kilogramo de composta en una bolsa transparente, cerrarla y ubicarla en un lugar fuera del sol directo a temperatura ambiente. Si después de 24 horas la bolsa ha transpirado mucho, por aumento de la temperatura dentro de la bolsa, es porque aún no se encuentra maduro y debe seguir procesándose.

Tabla 8. Guía para reconocer el estado de madurez de la composta.

Composta inmadura	Composta madura
Café oscuro	Café oscuro
Olor más o menos pronunciado	Sin olor fuerte
Hay gusanos y partes del material que pueden ser identificado	No hay gusanos y nada del material puede ser identificado
Puede ser usado como cobertera para jardines, arbustos y árboles perennes	Incorporado en la tierra
Usar poca cantidad (puede quemar las plantas)	No hay riesgos, es bueno realizar varias aplicaciones

Aplicaciones y dosis recomendada de la composta

- Para maceteros use una parte de compost por tres partes de tierra.
- Para iniciar huertos, flores y prados nuevos mezclen dos a tres kilogramos de compost por cada metro cuadrado, incorporándolo a la tierra.
- En torno a flores y arbustos se puede colocar una capa de compost encima del suelo (de 2-4 cm), en primavera. Desmalezar primero.
- Para árboles coloque el compost sobre el suelo en una capa de hasta 5 cm, desde unos 15 cm del tronco hasta cubrir el ancho del árbol.
- Para obtener té de compost llene una bolsa de tela con un litro de compost. Amarre la bolsa y colóquela dentro de un balde lleno de agua durante toda una noche. Si lo dejó más de una noche deberá diluir el agua antes de usar. Riegue sus plantas con el té de compost.

En la Tabla 9 se resumen los problemas y causas que se pueden presentar al tratar de hacer composta y las soluciones para cada caso.

Tabla 9. Problemas y soluciones.

Problema	Causa	Solución
Mal olor	Falta de oxígeno. Demasiada agua. Demasiado material verde. La pila es muy compacta o grande.	Voltee la pila. Agregue hojas secas, aserrín o paja. Agregue material café. Voltee la pila o disminuya su tamaño.
Centro muy seco	Falta de agua.	Voltee y humedezca.
Temperatura no sube	La pila es muy chica. Falta material verde. Tiempo frío.	Agregue materiales o aísle los lados. Agregue cortes recientes de pasto o restos de vegetales o frutas.
Pila muy húmeda	Excesiva lluvia. Excesivo riego.	Tapar con plástico, cuidar que se permita la aireación a través de hoyos. Agregue material seco (hojas, aserrín, paja). Revolver.
Vectores, moscas	Restos de cocina.	Cubra los restos de cocina con tierra, compost viejo u hojas secas.

Beneficios de la aplicación de composta

A continuación se presentan los beneficios de la aplicación de composta en suelos:

- Adiciona humus y nutrientes a la tierra.
- Favorece el incremento de lombrices, las cuales ayudan a la degradación de la materia orgánica y a la aireación del suelo.
- Mejora la estructura física del suelo y la capacidad de retención de agua.
- Previene la erosión.
- Ayuda a eliminar microorganismos patógenos.
- Actúa como mejorador del crecimiento de las plantas y es posible de utilizar en terrenos agrícolas o jardines, siendo un excelente o mejor sustituto a la tierra de hoja.
- Al mismo tiempo, mejora la salud de las plantas y la ayuda a resistir mejor las plagas.

- Agrega elementos esenciales al suelo y no nitrifica, ni acidifica el terreno como suele ocurrir con el uso de fertilizantes químicos.
- Disminuye las necesidades de materia orgánica de los suelos y contribuye a su recuperación.
- Es una alternativa las necesidades del sector agrícola y comercial en el campo de los productos que aportan materia orgánica a los suelos.
- Optimiza los recursos existentes en cada zona al aprovechar los residuos que se producen en ellas.
- En verano el suelo se mantiene con más humedad.
- En invierno el suelo se mantiene más caliente, que el que se encuentra expuesto a la intemperie.
- Implementación de campañas educativas y ecológicas.
- No se sigue deteriorando el medio ambiente.
- No se sigue afectando la salud humana.
- Reduce el volumen de basura.
- Ayuda a disminuir las áreas destinadas a rellenos sanitarios.

Resumen ilustrado de cómo hacer una composta práctica en una unidad habitacional

A continuación se presenta una serie de fotografías donde se observa el proceso de elaboración de composta en una unidad habitacional (Figura 21).



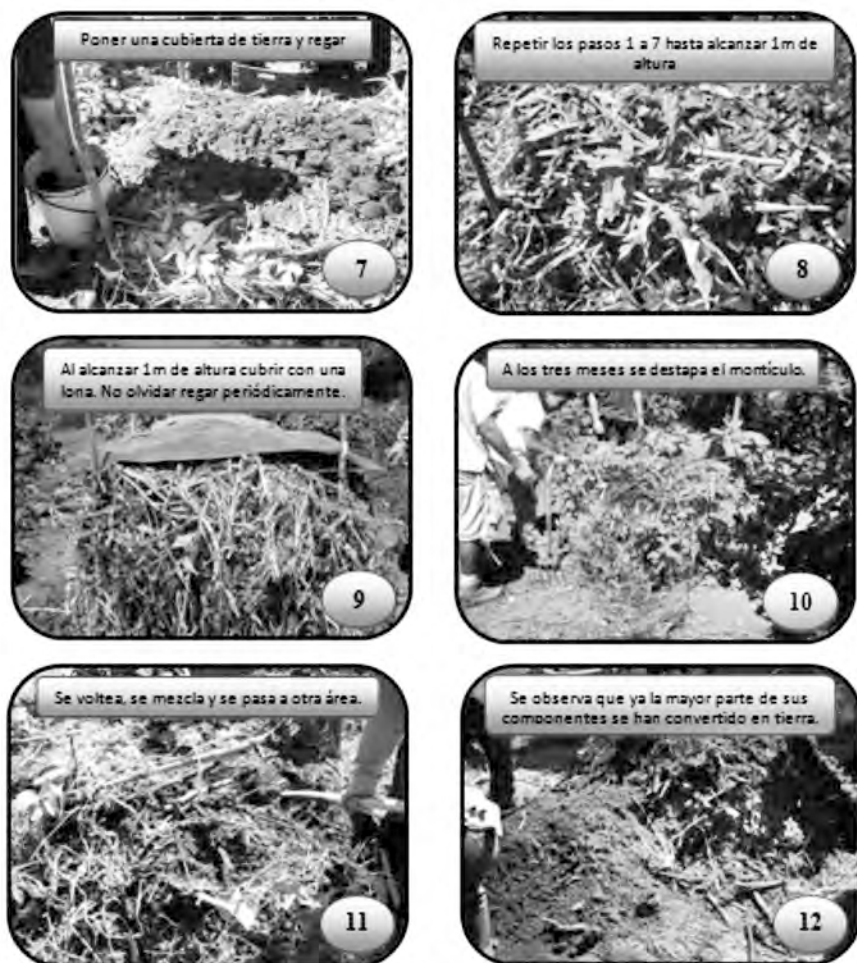


Figura 21. Proceso de compostaje en 12 pasos.

Referencias

1. INEGI, 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consulta en línea en: www.inegi.gob.mx. 20 Mayo 2011.
2. GDF, 2005. *Guía de buenas prácticas ambientales para el hogar: todos podemos hacer más por un mejor ambiente*. Pp. 1-8.
3. SEMARNAT – CECADESU, 2005. *Más de 100 consejos para cuidar el ambiente desde mi hogar*. ISBN 968-817-651-6. Pp. 1-39.
4. Consultado electrónicamente en: www.ecoce.org.mx.
5. Consultado electrónicamente en: www.semarnat.gob.mx.
6. EPA, 2005. *Vallamos de compras verdes*. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América.
7. Intec, 1999. *Manual de Compostaje*. Corporación de Investigación Tecnológica de Chile. Av. del Cóndor 844 Ciudad Empresarial–Huechuraba, Santiago de Chile. 1-82 pp.
8. Dobas, M., Tejada, M. y González, C., 1998. *Compostaje de Residuos de Algodón*. Departamento de Química y Edafología, Universidad de Córdoba.
9. Tchobanoglus, G., Thiesen, H. y Vigil, S., 1996. *Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios*.
10. Brodie, H., Gouin, F. & Carr, L., 1994. What Makes Good Compost. En revista *BioCycle: Journal of Waste Recycling*. 35 (7): 66-68.
11. Franco, G. R. y Otsoa, M. C., 1998. *Estrategias de Compostaje y Comercialización de Compost de la fracción orgánica de RSU Vitoria-Gasteiz*. Área de Reciclajes de Residuos.

Reseñas curriculares

Elizabeth Mansilla Menéndez

Es economista graduada en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con maestría y doctorado en Urbanismo por la misma universidad. Es miembro fundador de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres (LA RED), y desde hace más de 20 años trabaja como consultora independiente en temas asociados con el desarrollo, la planeación urbana y la reducción del riesgo de desastres. Cuenta con más de 25 años de experiencia académica y una parte importante de su carrera la ha dedicado a la investigación, la docencia y la formación de recursos humanos, impartiendo numerosos cursos en la UNAM y otras universidades del país y de América Latina.

En el campo de la investigación sus estudios se han centrado en temas relacionados con el desarrollo urbano y regional. Desde hace 23 años sus investigaciones se orientan a los problemas del desarrollo a nivel global y local, procesos de construcción del riesgo, el impacto económico de los desastres, el diseño de políticas públicas y de esquemas de reducción del riesgo a nivel local y regional, entre otros. Como consultora ha trabajado para organismos internacionales como el BID, el Banco Mundial, la OEA y diversos organismos del Sistema de Naciones Unidas, entre otros; con organismos regionales y otras instituciones nacionales en diferentes países de América Latina y El Caribe. Cuenta con diversas publicaciones entre libros y artículos relacionados con sus temas de investigación.

Ignacio Rubio Carriquiriborde

Profesor-investigador tiempo completo del Centro de Estudios Sociológicos en Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Licenciado y maestro en Sociología por la UNAM y Doctor en Geografía por King's College London. Realiza investigación sobre riesgo, ecología política. Obtuvo el *Overseas Research Award* en el Reino Unido para el desarrollo de su investigación doctoral: *Privatizing property rights and evolving communities*. Obtuvo también apoyo de Provention Consortium a través del programa *Research & Action Grants for Disaster Risk Reduction (2007-2008)* para el desarrollo del proyecto: *Adaptación comunitaria al cambio climático en la Huasteca Veracruzana*. Actualmente coordina el proyecto: *Escenarios de riesgo de desastre, cambio climático e industrias turísticas en el litoral Oaxaqueño*.

Impartió clases sobre Vulnerabilidad social, Escenarios de riesgo, Geografía y Teoría Social en licenciatura y posgrado en la UAM, la UNAM, El Instituto Mora y El Colegio de Tlaxcala.

Publicaciones recientes:

(2013) "Un problema de sentido. Naturaleza, teoría y práctica sociológicas." *Sociológica*, año 28, Núm. 79, pp. 137-165.

(2012) "Estructura de vulnerabilidad social y riesgo a desastres" *Boletín de Investigaciones Geográficas*, Núm. 77.

(2012) "Objetivismo, constructivismo y las sociologías del riesgo" *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, Vol. 57, Núm. 214.

(2012) "Prevenir catástrofes promoviendo anegaciones: riesgo de inundación y vulnerabilidad en la ZMCM" *Revista Espacialidades* Núm. 3.

María Luisa Ballinas Aquino

Química Farmacobióloga egresada de la Universidad Veracruzana y licenciada en Ciencias Religiosas por la Universidad La Salle, realizó la maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural en El Colegio de la Frontera Sur. Actualmente estudia el doctorado en Estudios Urbanos y Ambientales en El Colegio de México.

En el nivel universitario impartió la materia de Seminario de Economía Agrícola y Agroindustrial en la Universidad Autónoma de Chiapas, y en la Escuela Superior de Trabajo Social del Estado las materias de Metodología de la investigación, Ecología humana y demografía, Política y planeación social. Desde el 2007 es Profesora de la UNICACH, donde ha impartido en la Escuela de Ingeniería Ambiental las materias de Economía ambiental, Metodología de la investigación, Seminario de proyectos, Análisis experimental y Desarrollo sustentable. Además ha formado parte del comité de titulación y del programa de tutorías. Ha realizado investigación con temas vinculados a la calidad de vida, medio ambiente, educación, sociología de las religiones y género; dirigiendo tesis relacionadas con los temas de riesgos laborales, gestión de residuos sólidos en el ámbito escolar, estudio sociambiental de parques y áreas verdes urbanas, y gestión de cuencas.

Ha publicado en las revistas *Espiral* de la Universidad de Guadalajara, *Vetas* de El Colegio de San Luis, *Lacandonia* de la UNICACH, participando con ponencias en encuentros académicos nacionales e internacionales, como el 5° Congreso Interamericano de Residuos Sólidos en Lima, Perú; el Seminario de Cuencas en Chiapas: Agua, Ingeniería y Sociedad, celebrado en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas; y el Simposium Internacional de Investigación Multidisciplinaria llevado a cabo en Flores Petén, Guatemala; entre otros. Forma parte de la Red de Investigadores sobre el Agua.

Moctezuma Xicoténcatl Sumuano Martínez

Licenciado en Biología, pasante de la maestría en Ciencias en Desarrollo Sustentable por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Auditor Líder certificado por el IRCA en Seguridad y Salud en el Trabajo, y Calidad. Cuenta con diversos cursos: “Principios de Auditoría y Sistemas de Seguridad y Salud en el Trabajo”, “Interpretación e Implementación de las Normas OHSAS 18001:1999, ISO 14001:2004 e ISO 9001:2000”, “Mapeo de Procesos”, “Formación de Auditores de Sistemas de Administración Ambiental ISO 14001”, “Desarrollo e Implementación de un Sistema de Administración Ambiental ISO 14001:1996”.

Asesor en el taller de Implementación del Modelo de Dirección por Calidad y Competitividad del Laboratorio de Hidráulica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) e instructor del curso “Desarrollo e Implementación de un Sistema de Administración Ambiental en ISO 14001:1996” para la CFE, 25 cursos de capacitación recibidos y 10 impartidos sobre temas de Educación Ambiental y Conservación de los Recursos Naturales.

Ha desempeñado cargos como Jefe Ambiental en la Residencia General de Supervisión Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres Segunda Etapa, Chicoasén, Chiapas, en CFE, de Agosto de 2001 al Febrero de 2005. Residencia de Actividades previas del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, en Guerrero, en CFE, de Febrero de 2005 a Junio de 2006. Coordinador Regional Istmo-Costa y Soconusco del Proyecto “Fortalecimiento al Desarrollo Forestal”, Comisión Forestal Sustentable del Estado de Chiapas de Marzo a Mayo de 2007. Responsable del Área Ambiental en la Oficina de Atención y Supervisión de Estudios del Proyecto “Aprovechamiento Hidráulico de Usos Múltiples Paso de la Reina, Oaxaca”, en CFE, Agosto de 2007 a Abril de 2008. De Mayo de 2008 a la fecha ocupa el cargo de Subdelegado de Auditoría Ambiental en la Delegación de la PROFEPA en el estado de Chiapas.

Raúl González Herrera

Ingeniero civil de la Universidad de Guadalajara, Especialista en Gestión y vinculación tecnológica de la Universidad Tecnológica de la Selva, maestría en Ingeniería civil especialista en estructuras en la Universidad de los Andes en Bogotá, Colombia, Doctor en Ciencias de la Tierra del Instituto de Geofísica de la UNAM con especialidad en Riesgo sísmico y Doctor en Educación de la Universidad del Sur. Ha realizado dos estancias de investigación en UAM-Azcapotzalco (México, D.F.) y CISMID (Lima, Perú).

Sus intereses de investigación son: Riesgos por fenómenos naturales, materiales sustentables y alternativos para vivienda y vulnerabilidad estructural. Además de estrategias de enseñanza-aprendizaje-evaluación en ingenierías. Tiene 134 artículos publicados en revistas técnicas

arbitradas, de divulgación y en memorias de congresos nacionales e internacionales, así como 144 Conferencias, diplomados y cursos impartidos en 15 países. Ha escrito 4 libros y 3 capítulos de libro.

Miembro del Sistema Estatal de Investigadores, Investigador Tecnólogo I (2006-2009), Candidato a Doctor (2009) e Investigador nivel II (2010-2012), Perfil PROMEP (2005-2008 y 2011-2014), Premio Jorge Matute Remus (1997), Premio Concretos APASCO (1997) y Diploma UdeG como estudiante sobresaliente (1997) mejor promedio en Ingeniería civil. Desde 2005 es fellow del American Concrete Institute, ACI, Seismological Society of America, SSA, y del Earthquake Engineering Research Institute, EERI.

Docente en la Universidad Autónoma de Chiapas (2002-2004) en ingeniería civil y en la especialidad y maestría en Ingeniería Civil. Desde 2004 participa en el programa de Ingeniería ambiental, así como en la Maestría y Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable.

José Armando Velasco Herrera

Ingeniero Topógrafo y Fotogrametrísta por el Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas en 1994, especialista en Docencia Universitaria por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas en 2003, maestro en Ciencias de la Tierra por la Universidad de Colima en 2005 y doctor en Ciencias en Desarrollo Sustentable en 2011 por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Ha impartido asignaturas en la carrera de ingeniería en geomática de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas tales como: Percepción Remota I, Sistemas de Información Geográfica, Percepción Remota II e Introducción a la Ingeniería en Geomática. Actualmente se desempeña como director de la facultad de Ingenierías.

Ha desarrollado publicaciones científicas y de divulgación en revistas, así como en congresos nacionales e internacionales. Adicionalmente ha desarrollado proyectos de investigación, tales como: Estimación de cargas de combustibles forestales, basada en análisis geoestadístico y Estimación de sitios óptimos para la disposición final de residuos sólidos, utilizando técnicas de geomática.

Ha recibido los siguientes reconocimientos: En el año 2005 premio “Peña Colorada”, como mejor estudiante de posgrado de la Universidad de Colima. En el año 2008 Reconocimiento por 13 años de servicios ininterrumpidos a la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y Reconocimiento por el Colegio de Ingenieros Topógrafos del estado de Chiapas.

Pertenece a las siguientes asociaciones profesionales: Colegio de ingenieros topógrafos del estado de Chiapas, Red Geomática de México y REDRUM de México.

Carlos Manuel García Lara

Egresado del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), con doctorado en Ciencias con especialidad en Óptica, estudios realizados del 2001 a 2004, realizó sus estudios de maestría en el INAOE de 1996 a 1998 y es egresado del ITTG en 1995.

De septiembre de 2006 a octubre de 2008 fue Coordinador de la Escuela de Ingeniería Ambiental, donde además imparte cátedras de Física y Termodinámica, así como en la Maestría y en el Doctorado en Ciencias de la UNICACH y fue representante del C. A. Estudios Ambientales y Riesgos Naturales de 2007 a 2009.

Ha participado en diferentes proyectos de investigación de convocatorias como CONACyT, COCyTECH, PROMEP, etcétera.

Ha realizado diferentes publicaciones en revistas internacionales como:

Elsevier, Cubana de Física, Electronics and Photonics, OSA, CLEO; además de diferentes participaciones en congresos nacionales como la SMF, SOMI y SMCSyV e internacionales como la MEP, OSA y CLEO.

Ha realizado dos estancias de investigación en 2008 en el INAOE y en 2009 en el CIO. Fue miembro de la Sociedad Francesa de Óptica de 2004 a 2005 y de la Sociedad Mexicana de Óptica, así como candidato al Sistema Nacional de Investigadores de CONACyT.

Gabriel Castañeda Nolasco

Arquitecto, maestro en Arquitectura por la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y doctor en Ciencias de la Ingeniería Ambiental por la Universidad de San Paulo en Brasil. Profesor de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la UNACH C-I, donde colabora con la impartición de diversas asignaturas en la licenciatura y en la maestría en Arquitectura.

Ha participado en diversos eventos académicos con ponencias, escrito y publicado diversos artículos de investigación y desarrollado proyectos de investigación. Es coordinador de Posgrado de Arquitectura y líder del Cuerpo Académico Componentes y Condicionantes de la Vivienda (COCOVI) adscrito a la misma facultad.

José Luis Jiménez Albores

Arquitecto, maestro en Arquitectura por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Profesor de tiempo completo de la Facultad de Arquitectura de la UNACH C-I, de la cual ha sido director entre otros cargos administrativos y donde colabora en la impartición de diversas materias en la licenciatura y en la maestría en Arquitectura.

Ha participado en diversos eventos académicos con ponencias, escrito y publicado diversos artículos de investigación y desarrollado proyectos de investigación. Es miembro del Cuerpo Académico Componentes y Condicionantes de la Vivienda (COCOVI) adscrito a la misma facultad.

Pedro Vera Toledo

Ingeniero Químico del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez en el año 1998. Del 1999 al 2000 cursó sus estudios de especialidad en Ingeniería Ambiental en el mismo Instituto obteniendo el diploma de Especialista en el 2004, del 2009 al 2011 curso la maestría en Ingeniería del Medio Ambiente, por la UVG, actualmente cursa el Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable de la UNICACH.

Desde Agosto de 2005 es Profesor medio tiempo de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), impartiendo las Asignaturas de Química Ambiental, Introducción a la Ingeniería Ambiental, Evaluación del Impacto ambiental I y II, Manejo de Residuos I y II. En el periodo de 2008 a 2010 se desempeñó como Coordinador de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la UNICACH. Se ha desempeñado como Consultor Ambiental de 1998 a la fecha, realizando diversos estudios de Impacto Ambiental tanto a nivel estatal como federal, entre los que destacan, Estudios de Impacto Ambiental, Estudios de Análisis de Riesgos Nivel 1 y 2, Planes de Contingencias y Programas para la Prevención de Accidentes. Dentro de su experiencia en proyectos de disposición final de Residuos Sólidos No peligrosos, destacan el: Diseño del Relleno Sanitario para la cabecera municipal de Motozintla, y la regularización del sitio de disposición final de Ocosingo, Chiapas.

Ha publicado 14 artículos en revistas arbitradas en colaboración con integrantes del CA Estudios ambientales y riesgos naturales, 4 capítulos de libros, en uno de ellos coordinador. Ha impartido conferencias y participaciones en congresos nacionales e internacionales con temas sobre el manejo y tratamiento de residuos. Es colaborador en el cuerpo académico “Estudios Ambientales y Riesgos Naturales”, Investigador Nivel II “Tecnólogo Estatal” en el SEI del Estado de Chiapas. Forma parte de la RED de Promotores Ambientales Para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos, del 2006 a la Fecha.

Juan José Villalobos Maldonado

Ingeniero Bioquímico, del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, 1981; con maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Ambiental, por la Universidad Autónoma de Nuevo León, 1996. Analista en la Planta Despepitadora de Algodón Ángel Albino Corzo, control de calidad en la Embotelladora Central Chiapaneca (PEPSI), ingeniero de turno en la Compañía Nestlé, (Fábrica Chiapa de Corzo), jefe de control de calidad en la Planta Procesadora de Cacao “Cacaos Finos de Chiapas S.A. de C.V.”. Desde 1985 docente en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, impartiendo materias en el área de Ingeniería Quí-

mica, Ingeniería Bioquímica y en la maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica, programa reconocido por CONACyT. Desde 1998 profesor de Asignatura en la Facultad de Ingeniería Civil, impartiendo materias en la licenciatura, especialidad de Hidráulica Sanitaria y maestría en Ingeniería Hidráulica Ambiental. Tema de interés: Desarrollo sustentable, Residuos sólidos urbanos, Residuos peligrosos y Residuos de manejo especial, Tratamiento de aguas residuales.

Ocupando cargos: Secretario y Presidente de Academia de Ingeniería. Bioquímica, Coordinador de Ingeniería Bioquímica, Coordinador de Ciencias Básicas, Jefe de Departamento de Ciencias Básicas, Subdirector de Servicios Administrativos y Subdirector de Planeación y Vinculación, consultor en materia de impacto ambiental, jurado en exámenes profesionales a nivel licenciatura, especialidad y maestría, participando en proyectos de investigación en el sistema del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en temas de Aguas Residuales y Residuos Sólidos, en el Sistema de Investigación de la UNACH, con el proyecto Análisis de Flujo de Materiales, utilizando el fósforo como indicador de contaminación en descargas de detergentes, y en UNICACH Proyecto Inventario Estatal de Gases de efecto invernadero, de procedencia en la Industria Química. Ha publicado siete artículos de corte científico y de divulgación.

María Neftalí Rojas Valencia

Realizó sus estudios de Licenciatura en Biología y de maestría en Ciencias (especialidad en recursos acuáticos) en la Facultad de Ciencias, en la UNAM. Obtuvo el título de doctora en Ingeniería Ambiental en la UAM en el 2004. Desde 1993 ha trabajado en el área de Ingeniería Ambiental, en el Instituto de Ingeniería, UNAM. Desde el 2007 es profesora titular del posgrado de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería. Sus investigaciones se han dirigido principalmente a la microbiología del agua, suelo y aire y al manejo de residuos sólidos en viviendas, edificaciones, industrias, residuos peligrosos, planes de manejo y diseño y control ambiental de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto. En el 2005 recibió la Medalla al Mérito Universitario, otorgado por la

Universidad Autónoma Metropolitana y a partir de ese mismo año a la fecha es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Ha realizado dos estancias de investigación una en el Department of Applied Chemical and Biological Sciences. Faculty of Engineering and Applied Science. Ryerson Polytechnic University, Toronto Canadá y la otra en el Departamento Ingeniería Química y Energética de la Universidad de Extremadura de Badajoz, España. Cuenta con un diplomado Internacional.

Tiene una PATENTE en trámite, denominada “Proceso de Preparación de zeolitas A, P y Na-CaP utilizando lodos generados en la industria papelera”, la cual está registrada con el número de expediente: MX/a/ 2012/006854. Como coautor su producción científica y técnica se resume en: 58 informes de investigación, 116 artículos en congresos tanto nacionales como internacionales, 37 artículos en revistas de divulgación e indexadas, 5 capítulos de libros, 1 libro y 3 manuales. Ha dirigido 30 tesis de licenciatura, 10 de maestría y 3 de doctorado.

Hugo Aguilar Nájera Aguilar

Cursó la licenciatura en Ingeniería Bioquímica en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez obteniendo el título en 1997. De 1996 a 1999 efectuó los estudios de maestría en la Universidad Autónoma de Yucatán obteniendo el grado como maestro en Ingeniería Ambiental en 1999. En Septiembre de 2011 obtuvo el grado de doctor dentro del programa “Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable” por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH).

Desde Agosto de 2004 es Profesor medio tiempo de la UNICACH, impartiendo las Asignaturas de Química Inorgánica, Química Orgánica, Química Ambiental y Manejo de Residuos Sólidos I. A partir de Enero del 2008 es profesor de tiempo completo adscrito a la Escuela de Ingeniería Ambiental de la UNICACH.

Su línea de investigación está enfocada hacia el Manejo de los Residuos Sólidos, específicamente al relacionado con la Disposición Final y al tratamiento de contaminantes recalcitrantes por procesos avanzados de oxidación. Ha participado como responsable técnico en los

siguientes proyectos de investigación: “Diagnóstico ambiental de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Municipales en las ciudades de Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal de las Casas” y “Pruebas de tratabilidad en lixiviados maduros”.

Del 2005 a la fecha ha participado en la realización de ocho artículos nacionales, tres internacionales, cuenta con más de diez ponencias enfocadas al área de residuos sólidos, además de cinco ponencias en Congresos Nacionales y cuatro en Internacionales. Ha participado en la elaboración de cuatro capítulos de libro. Por otro lado, también se desempeña como Consultor Ambiental, principalmente en proyectos de disposición final de Residuos Sólidos.

Rectoría

Ing. Roberto Domínguez Castellanos
RECTOR

Dr. Rodolfo Calvo Fonseca
SECRETARIO GENERAL

C.P. Miriam Matilde Solís Domínguez
AUDITORA GENERAL

Lic. Adolfo Guerra Talayero
ABOGADO GENERAL

Mtro. Pascual Ramos García
DIRECTOR DE PLANEACIÓN

Mtro. Florentino Pérez Pérez
SECRETARIO ACADÉMICO

Dra. Adelina Schlié Guzmán
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Lic. Ricardo Cruz González
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN

L.R.P. Aurora Evangelina Serrano Roblero
DIRECTORA DE SERVICIOS ESCOLARES

Mtra. Brenda María Villarreal Antelo
DIRECTORA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

Lic. Noé Fernando Gutiérrez González
DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

Lic. Roberto Ramos Maza
DIRECTOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Dependencias de Educación Superior

Dr. Alain Basail Rodríguez

DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MÉXICO Y CENTROAMÉRICA (CESMECA)

L. G. Tlayuhua Rodríguez García

DIRECTORA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

Dr. Ernesto Velázquez Velázquez

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Mtro. Alberto Ballinas Solís

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS Y SALUD PÚBLICA

Mtro. Martín de Jesús Ovalle Sosa

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES

Dr. José Armando Velasco Herrera

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Antrop. Julio Alberto Pimentel Tort

DIRECTOR ENCARGADO DE LA FACULTAD DE ARTES

Dra. Silvia Guadalupe Ramos Hernández

DIRECTORA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Mtro. Jesús Manuel Grajales Romero

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

Mtro. Rafael Araujo González

DIRECTOR ENCARGADO DE LA FACULTAD DE HUMANIDADES

Lic. Jorge Luis Taveras Ureña

COORDINADOR DEL CENTRO DE LENGUAS

**Colección
Jaguar**



UNICACH

**Estudios ambientales
y riesgos naturales**
Aportaciones al sureste de México IV

Se terminó de imprimir en el mes de junio de 2014, con un tiraje de 500 ejemplares, en los Talleres de Ediciones de la Noche, Madero núm. 687, 44100, Guadalajara, Jalisco. Teléfono: 33-3825-1301. El diseño tipográfico estuvo a cargo de Salvador López Hernández, la corrección y el cuidado de la edición de la Oficina Editorial de la UNICACH, durante el rectorado del Ing. Roberto Domínguez Castellanos.