
Modelo de vivienda urbana sostenible

Coralia Rosalía Muñoz Márquez



COLECCIÓN INVESTIGACIONES
Universidad Tecnológica de El Salvador

58



Modelo de vivienda urbana sostenible

Investigadora

Coralia Rosalía Muñoz Márquez¹
Universidad Tecnológica de El Salvador
cmdec0106@hotmail.com

La presente investigación fue subvencionada por la Universidad Tecnológica de El Salvador. Las solicitudes de información, separatas y otros documentos relativos al presente estudio pueden hacerse a la dirección postal siguiente: calle Arce, 1020, Universidad Tecnológica de El Salvador, Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social, Dirección de Investigaciones, calle Arce y 19.^a avenida Sur, 1045, edificio Dr. José Adolfo Araujo Romagoza, 2.^a planta, cmdec0106@hotmail.com o/a vicerrectoriadeinvestigacion@utec.edu.sv.

San Salvador, 2015

Derechos reservados © Copyright
Universidad Tecnológica de El Salvador

363.585

M971m Muñoz Márquez, Coralia Rosalía, 1968-
Modelo de vivienda urbana sostenible / Coralia Rosalía Muñoz
sv Márquez. -- 1ª ed. -- San Salvador, El Salv. : Universidad
Tecnológica de El Salvador, 2016.
126 p. : il. ; 24 cm. -- (Colección investigaciones ; No. 58)

ISBN 978-99961-48-61-3

1. Vivienda-El Salvador-Aspectos sociales. 2. Vivienda
urbana-Problemas sociales. 3. Urbanismo. I. Título.

BINA/jmh

AUTORIDADES UTEC

Dr. José Mauricio Loucel

Presidente Junta General Universitaria

Lic. Carlos Reynaldo López Nuila

Vicepresidente Junta General Universitaria

Don José Mauricio Loucel Funes

Presidente UTEC

Ing. Nelson Zárate

Rector UTEC

Modelo de vivienda urbana sostenible

Coralía Rosalía Muñoz Márquez

Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social

Licda. Noris Isabel López Guevara

Vicerrectora

Licda. Camila Calles Minero

Directora de Investigaciones

Licda. Evelyn Reyes de Osorio

Diseño y Diagramación

Noel Castro

Corrector

PRIMERA EDICIÓN

100 ejemplares

Abril, 2016

Impreso en El Salvador

Por Tecnoimpresos, S.A. de C.V.

19 Av. Norte, No. 125, San Salvador, El Salvador

Tel.:(503) 2275-8861 • gcomercial@utec.edu.sv

INDICE

Resumen.....	7
Introducción	8
1. Generalidades del estudio	9
1.1 Problema identificado que da lugar al estudio	9
1.2 Objetivos del estudio.....	11
1.3 Metodología	11
2. La vivienda urbana sostenible.....	13
2.1 Desarrollo sostenible y arquitectura.....	13
2.2 Arquitectura sostenible.....	15
2.3 Vivienda urbana sostenible	20
2.4 Otros conceptos relacionados	23
3. Principios de arquitectura sostenible	24
3.1 Eficiencia en el uso de recursos	24
3.2 Uso óptimo del entorno.....	25
3.3 Uso eficiente de energía	28
3.4 Uso eficiente del agua	30
3.5 Uso eficiente de los materiales.....	32
3.6 Impacto ambiental de la vivienda	34
3.7 Impacto ambiental de los materiales utilizados	42

4. El contexto de la vivienda en El Salvador	50
4.1 La situación de la vivienda en El Salvador	50
4.2 Principales tendencias en la construcción.....	71
4.3 El impacto ambiental de la vivienda en El Salvador	82
5. Modelo de vivienda urbana sostenible.....	83
5.1. Condiciones requeridas por una vivienda.....	84
5.2. Uso óptimo del entorno.....	89
5.3. Uso eficiente de la energía	93
5.4. Uso eficiente del agua	97
5.5. Uso eficiente de materiales	99
6. Aplicación del modelo	101
6.1. Vivienda unifamiliar de un nivel.....	101
6.2 Vivienda unifamiliar de dos o más niveles	111
6.3. Vivienda en altura	117
7. Conclusiones	119
8. Referencias.....	122

Resumen

El deterioro actual del medio ambiente está alcanzando niveles cada vez más alarmantes. Aunque existen esfuerzos significativos en diferentes áreas de la arquitectura y la construcción, la vivienda urbana edificada por el sector formal ha comenzado su migración hacia nuevas propuestas en forma muy lenta.

Los costos elevados de las propuestas sostenibles y el rechazo del usuario a esquemas y sistemas constructivos no tradicionales son algunas de las variables que limitan el avance hacia alternativas que brinden las condiciones que un usuario espera de una vivienda, sin elevar su costo sustancialmente, reduciendo su impacto ambiental.

Esta investigación pretende reducir la brecha existente entre las diferentes alternativas de arquitectura y construcción sostenible con la oferta actual de vivienda urbana formal, presentando aquellos cambios factibles de implementar en las propuestas de proyectos habitacionales, específicamente en los que están dirigidos a los sectores de menor poder adquisitivo.

En una primera etapa, la investigación definirá el modelo a nivel de diseño arquitectónico y funcionalidad. En una segunda, evaluará las alternativas de materiales y sistemas constructivos y su costo, para finalmente desarrollar y evaluar un prototipo.

Introducción

El presente estudio plantea dos aspectos de la misma situación que enfrenta la arquitectura sostenible en El Salvador. La necesidad de desarrollar una vivienda adecuada a los requerimientos físicos y sociales del ser humano, y la demanda de estos tiempos, de modificar el quehacer de la construcción y reorientarlo hacia la sostenibilidad. Cumplir con esos dos cometidos es el objetivo principal de esta investigación.

Para enfocar la búsqueda de este modelo, se ha delimitado su aplicación en la vivienda desarrollada por el sector formal de la construcción. Esto ha sido por un motivo muy importante: el impacto que esta actividad tiene en el desarrollo de todo el país. La construcción formal es una de las actividades que ejercen efectos profundos en el medio ambiente y el desarrollo general del país. Por otra parte, se maneja bajo patrones similares en cuanto a diseños y detalles encaminados a la satisfacción del usuario, por lo que la adopción de detalles o principios de arquitectura sostenible podría reproducirse en proyectos futuros.

El proyecto de investigación se ha dividido en dos partes. La primera busca establecer las condiciones y bases sostenibles del modelo, y la segunda, implementarlo buscando que se logre la mayor factibilidad, para que pueda ser adoptado, total o parcialmente, por los profesionales de la construcción que le dan impulso a este sector económico, que por su importancia, es urgente que sea reorientado hacia la aplicación de principios sostenibles.

1. Generalidades del estudio

1.1 Problema identificado que da origen al estudio

En la actualidad, el deterioro ambiental, la disminución de recursos naturales y el evidente avance del calentamiento global exigen cada vez más un cambio de rumbo en la manera en que la humanidad está llevando a cabo sus actividades. La arquitectura y la construcción son uno de los motores que hacen crecer las ciudades, pero que también generan impactos significativos en el medio ambiente y la calidad de vida de sus habitantes. Por ese motivo, es imperante que estas disciplinas puedan orientarse a una condición de sostenibilidad, donde se modere la huella que el avance urbano deja sobre los recursos naturales y se brinden condiciones que favorezcan el desarrollo.

La vivienda urbana formal que se ha construido en los últimos años en El Salvador, no ha modificado mucho sus condiciones en cuanto a diseño y a uso de materiales de construcción. A pesar de que el desarrollo sostenible ha comenzado a ser una necesidad, la arquitectura de la vivienda formal se ha apartado muy poco de los patrones tradicionales y su sostenibilidad es cuestionable.

Existen propuestas de vivienda urbana formal que hacen uso de criterios de arquitectura sostenible, pero su costo es bastante elevado respecto a la capacidad adquisitiva de la mayor parte de la población. Por otra parte, diferentes propuestas de modelos que sí se orientan a la sostenibilidad en forma más integral no necesariamente responden a las expectativas de los usuarios de vivienda urbana del sector formal. En definitiva, una empresa constructora no desarrollará diseños o modelos de vivienda que no sean aceptados por el usuario que pueda adquirirla.

Existe cierta brecha entre las propuestas de vivienda sostenible y la desarrollada y comercializada por el sector formal de la construcción. El modelo resultante de esta investigación busca salvar tal diferencia y proponer alternativas que se puedan introducir a la vivienda producida por el sector formal, de manera que puedan generarse cambios que abonen a la sostenibilidad en esta área específica de la construcción.

La necesidad de cambios en la vivienda urbana formal

Los cambios hacia la sostenibilidad son urgentes, pero el mejor modelo no tendrá impacto si no es llevado a la práctica y no establece nuevos estándares en el medio. Se vuelve necesario el desarrollo de un modelo de vivienda urbana formal que no solo cumpla con los requerimientos de la sostenibilidad, sino que también corresponda a las expectativas y condiciones del mercado, de manera que se incorpore a la arquitectura y construcción de vivienda formal en el país. No solo se debe buscar una arquitectura sostenible. El alcance ulterior de esta investigación es que el constructor formal cambie de rumbo. Se pretende obtener un modelo que pueda aplicarse, que sea económicamente accesible y cultural y socialmente aceptable.

El modelo que se propone en este estudio se enfoca en la vivienda desarrollada y comercializada por el sector formal de la construcción, debido al alcance de su impacto ambiental. Los cambios que puedan lograrse en el quehacer de desarrolladores de proyectos residenciales pueden dar un aporte más amplio y permanente en cuanto a la búsqueda de una arquitectura sostenible en el país.

El resultado esperado de esta investigación, en sus dos etapas, es un modelo de vivienda que cumpla con los requerimientos de arquitectura sostenible, pero que sea accesible a un rango de precio específico dentro del mercado de la construcción salvadoreño y, del mismo modo, que responda a las expectativas y aspiraciones del usuario. Por lo tanto, el modelo que se ha de desarrollar debe poseer características de sostenibilidad, pero también deberá brindar las factibilidades económica y social requeridas para ser comercializable en el país.

1.2 Objetivos del estudio

Objetivo general

Establecer un modelo de vivienda urbana formal conformado por soluciones de arquitectura sostenible que sean factibles y comercializables en el medio salvadoreño.

Objetivos específicos

1. Establecer los criterios fundamentales de la vivienda urbana sostenible.
2. Realizar un diagnóstico de las soluciones de arquitectura sostenible que se están aplicando en proyectos de construcción de vivienda urbana en El Salvador.
3. Establecer los requerimientos fundamentales del usuario final de la vivienda urbana formal en El Salvador, a los cuales la vivienda urbana debe responder.
4. Establecer el modelo de vivienda urbana utilizando soluciones de arquitectura sustentable, que pueda servir como una herramienta para el gremio profesional de la construcción.

1.3 Metodología

Se aplicará un método empírico cualitativo. Se consideró esta metodología debido a que se adecua a un trabajo que incluye la observación de criterios de arquitectura sostenible, tanto en los actuales proyectos de vivienda urbana formal como en modelos deseables que se deben aplicar en dicha área. El estudio se dividirá en dos etapas: una de investigación y conceptualización y otra de aplicación y evaluación del modelo (figura 1).

La etapa de investigación incluirá lo siguiente:

- Consolidación de información documentada respecto a la arquitectura sostenible y a la vivienda urbana.
- Recopilación de principios de arquitectura sostenible, así como de información del impacto ambiental de diferentes sistemas y materiales utilizados en la construcción formal de viviendas urbanas.
- Evaluación del contexto de la vivienda urbana formal en El Salvador, a partir de la presencia o no de criterios de arquitectura sostenible, para establecer las necesidades y requerimientos de vivienda urbana sostenible.
- Conceptualización del modelo para vivienda urbana sostenible, que pueda ser propuesta por el sector formal.
- Desarrollo de la propuesta de diseño arquitectónico del modelo, aplicándolo a diferentes prototipos de vivienda urbana formal.

La etapa de aplicación incluirá lo siguiente:

- Recopilación de información sobre materiales y soluciones arquitectónicas factibles en el país que puedan aportar soluciones sustentables dentro de los proyectos de construcción de vivienda urbana formal.
- Realización de entrevistas a profesionales de la construcción y, además, a usuarios de los proyectos o involucrados con el comercio de bienes raíces para considerar sus criterios y opiniones.
- Desarrollo de propuesta técnica de materiales y sistemas para el modelo.
- Evaluación del modelo según los criterios de sostenibilidad, requerimientos del usuario y costos de la aplicación.
- Desarrollo de un prototipo.

Figura 1. Metodología de la investigación

Fuente: Elaboración propia.

2. La vivienda urbana sostenible

2.1 Desarrollo sostenible y la arquitectura

Para establecer el concepto de vivienda urbana sostenible es necesario, primero, conocer la tendencia de la cual se deriva: el desarrollo sostenible. Este inició hacia finales del siglo XX y plantea que la humanidad debe satisfacer sus necesidades actuales sin comprometer los recursos en el futuro. No se trata de suspender el avance de la civilización, sino de que el quehacer de las naciones considere el uso de los recursos naturales y sociales garantizando su preservación (Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, 1987).

Actualmente, la mayor parte de las actividades humanas presenta condiciones de insostenibilidad que deben ser analizadas y replanteadas. Entre otras cosas, consumen recursos naturales por encima de su tasa de reposición, orillándolos a su escasez o extinción; producen residuos más allá de la capacidad natural de

reabsorción del medio, provocando contaminación y acumulación que afecta tanto al ambiente como a la salud humana. Bajo el punto de vista social, la insostenibilidad se refiere a procesos que excluyen económica y socialmente a sectores determinados de la población, en cuanto al acceso diferencial a los recursos y a un medio ambiente saludable; y la población en general no es incluida en los procesos de toma de decisiones respecto a estos temas.

La sostenibilidad, entonces, va más allá de disminuir el impacto localizado de determinada actividad sobre el medio ambiente; es un enfoque que abarca los aspectos que influyen en la capacidad regenerativa de la biósfera, y que pueda afectar la vida humana en un mediano o largo plazo. Del mismo modo, no se reduce a una mera protección de las áreas naturales, sino que se amplía a la búsqueda de un replanteamiento más profundo de la actividad humana, de manera que su incidencia sobre dichas áreas permita una convivencia sostenible (Ministerio de Vivienda, Gobierno de España, 2010).

La arquitectura y la construcción

Dentro de las disciplinas que generan impactos importantes en el medio ambiente y la vida en general de las ciudades se encuentra la arquitectura y la construcción. Estas actividades exigen de un significativo uso de energía y materiales, con una gran incidencia territorial y medioambiental (Ministerio de Vivienda, Gobierno de España, 2010).

La arquitectura y la construcción constituyen el móvil para el crecimiento de los territorios urbanos, los cuales implican una alteración profunda de las condiciones físicas y ambientales del lugar. Poseen grandes cantidades de superficies asfaltadas que modifican la escorrentía superficial de las lluvias desviándola a otros lugares, lo cual no solo afecta las nuevas vías de evacuación, sino que impide la recarga de los mantos acuíferos. Por otra parte, los alcantarillados reducen la transpiración del suelo y de la vegetación. La concentración de edificaciones y construcciones en los espacios urbanos incrementa significativamente las emanaciones de calor, tanto por la quema de combustibles y el uso de electricidad como por la misma conductividad de temperatura de los materiales de construcción utilizados (Higueras, 1998).

Hoy en día, la construcción consume una porción significativa de los recursos naturales disponibles. Los materiales utilizados en la construcción consumen recursos naturales para la obtención de materias primas; generan contaminación para ser fabricados o procesados, y, cuando ya están instalados, contribuyen a las emanaciones de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, lo que incide directamente en el aumento de la temperatura global. Sus desechos también generan polución ambiental y, muchas veces, elementos tóxicos que pueden dañar los mantos acuíferos. La arquitectura sostenible tiene el enorme reto de buscar caminos alternativos para esta situación que se mantiene en la actualidad (Rodman & Lenssen, 1995).

2.2 Arquitectura sostenible

La arquitectura sostenible es el desarrollo de espacios y ambientes, considerando el uso eficiente de recursos y la aplicación de principios ecológicos. Una edificación sostenible es aquella que ha reducido al máximo el impacto negativo sobre el medio ambiente. Para ello, se enfoca en lograr un uso eficiente de todos los recursos y materiales que la constituye, utiliza eficientemente el agua y la energía, previene la contaminación y reduce en la medida de lo posible las emanaciones de dióxido de carbono que incrementan el calentamiento global.

La arquitectura sostenible utiliza materiales que no representan daños para la salud humana ni para el medio ambiente, tanto en su explotación y fabricación como en su aplicación en la edificación finalizada, e incluso, en su disposición final en caso que la edificación deba ser demolida o desechada (Unam, México, 2015).

Arquitectura ecológica

Dentro del concepto de *arquitectura sostenible* se encuentra el de *arquitectura ecológica*, la cual se enfoca en la cuidadosa inserción de una edificación dentro del medio natural, permitiendo la armonía en la coexistencia entre el lugar, la edificación y las personas que la habitan.

Este concepto nace de algunos idealistas a partir de la crisis petrolera de los años sesenta.

La arquitectura ecológica pretende proyectar la obra buscando su adaptación al clima del lugar, establecer ahorros en el uso de la energía y agua, así como utilizar fuentes renovables de energía, materiales reciclables y de procedencia local; del mismo modo, evalúa todos los posibles riesgos para la salud implícitos en la edificación, así como gestionar la disposición de desechos considerando la protección del medio ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Arquitectura bioclimática

La arquitectura bioclimática, forma parte de la arquitectura ecológica. Específicamente, tiene como meta la creación de espacios que incorporen la interrelación de variables climáticas en óptimas condiciones de bienestar y comodidad. Eso incluye el control de la luz solar, la ventilación natural, el uso óptimo de la vegetación y el agua, manejo de espacios interiores y exteriores para el aprovechamiento de la ventilación y el uso del suelo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

El objetivo principal de la arquitectura bioclimática es disminuir el consumo de energía que se generaría si la temperatura, iluminación y ventilación del lugar no fueran las adecuadas, debiéndose recurrir a luces artificiales durante el día, a aires acondicionados, ventiladores, calefacción y a otros recursos eléctricos, según sea el caso.

Algunos expertos apuntan a que la arquitectura desarrollada antes del siglo XX siempre estuvo guiada por criterios bioclimáticos. Ante la ausencia de dispositivos que produjeran luz o acondicionaran la temperatura en forma artificial, era imperativo buscar la mejor posición del sol, la entrada de vientos dominantes y jugar con la altura de las edificaciones para hacerlas más frescas o más cálidas, según los lugares donde se levantaban. Estos elementos son rescatados hoy día para propiciar las

condiciones de clima más adecuadas y confortables para los usuarios del edificio.

Recursos de la arquitectura sostenible

La arquitectura sostenible incluye algunos detalles en las soluciones arquitectónicas, como los siguientes:

- El aprovechamiento de las condiciones naturales del terreno. La edificación busca alterar lo menos posible el terreno donde se ubica, integrándose más adecuadamente al paisaje. Si el terreno muestra diferentes niveles, el diseño se adapta a estos. Si el terreno es más bien plano, la edificación se desarrolla con un solo nivel.
- Uso de dispositivos de ahorro de energía y de agua que permitan controlar o reducir el consumo de energía.
- Uso de fuentes alternativas de agua para usos donde no se requiere que sea potable, es decir, en artefactos sanitarios, riego y otros similares.
- Utilización de fuentes alternativas de energía, como la procedente de la luz solar. La edificación se diseña para que en sus techos o fachadas estén ubicadas celdas fotovoltaicas para captar la luz solar. Sus instalaciones eléctricas se disponen de tal manera que se use ese tipo de energía parcial o totalmente. La energía solar tiene la enorme ventaja que no se agota (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).
- Terrazas o corredores abiertos entre los espacios cerrados y el exterior, como un recurso que puede aprovechar los vientos dominantes y reducir la entrada de luz solar cuando esta es muy intensa.
- Techos con jardines que reducen la transmisión de calor hacia el interior de las edificaciones, que permite, además, la presencia de vegeta-

ción para contribuir a reducir las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera, porque las absorben.

- Ubicación bioclimática; para aprovechar la luz del sol y las corrientes naturales de aire, considerando que:
 - Una fachada orientada al sur tendrá iluminación natural todo el día, mientras que hacia el norte se evita el calor creado por la radiación solar.
 - Una fachada hacia el este es adecuada para dormitorios.
 - Las ventanas o corredores que capten los vientos dominantes bajan la temperatura de los espacios.
- Ventilación cruzada: con el uso de ventanas o aperturas que permitan que las corrientes de aire entren en un costado y salgan por otro. Tal circulación de aire es favorable para mantener un clima fresco dentro de los espacios.
- Paredes de gran espesor e inercia térmica: aíslan y permiten la acumulación del calor generado o de la frescura (La casa sostenible, 2015).

Urbanismo sostenible

Aunque el presente estudio se enfoca en la vivienda, es importante considerar algunos conceptos del urbanismo que pueden influir en su conformación. Los proyectos y el desarrollo de grupos de viviendas implican aspectos urbanísticos que también deben orientarse a la sostenibilidad.

El urbanismo sostenible es aquel que dispone los cambios y el crecimiento de las ciudades buscando un mayor ordenamiento y un funcionamiento más eficiente de todo el sistema urbano. La manera en la que las ciudades respondan a las nuevas demandas de espacio debe realizarse buscando el máximo aprovechamiento del suelo urbano, el ordenamiento de la ciudad y que los elementos

nuevos se articulen lo más eficientemente a los ya existentes, previendo la integración de elementos futuros.

Un elemento importante del urbanismo sostenible es que contempla aspectos como la cohesión social, porque brinda los espacios adecuados para que los diferentes sectores de la población participen del desarrollo económico y social. Esto incluye las condiciones físicas para la inclusión de minorías en cuanto a género y edad. Del mismo modo, establece criterios para que la movilidad vehicular y peatonal sea funcional, y para que la zonificación y las áreas públicas se utilicen en forma eficiente (Ministerio de Fomento del Gobierno de España, 2015).

Aplicando este concepto a la vivienda urbana, los desarrollos habitacionales deben contemplar las siguientes condiciones para poder ser sostenibles:

- Los conjuntos habitacionales en áreas suburbanas deben estar cercanos a autopistas y carreteras principales, favoreciendo la movilidad hacia las áreas urbanas centrales.
- Resultan recomendables los proyectos urbanos que contemplen la densificación hacia el interior de las ciudades, donde se dispongan edificaciones en altura que posean uso comercial en sus niveles inferiores y uso residencial en los superiores.
- Pueden considerarse desarrollos que incluyan equipamiento urbano básico, a partir de la magnitud del proyecto y de su distancia a áreas urbanas. El conjunto se concibe como una especie de ciudadela que cuenta con equipamiento comercial, opciones de servicios educativos, al menos a nivel de parvulario o educación básica, y centros de salud, como clínicas comunitarias o privadas.
- Deben favorecer la circulación peatonal, para que la persona pueda desplazarse libremente y encuentre espacios de esparcimiento y convivencia comunitaria.

- Del mismo modo, al interior de este tipo de conjuntos, la persona debería poder llegar caminando a las zonas de equipamiento en menos de cinco minutos.
- También pueden contemplar formas de transporte alternativo, que incluyan vías especiales para bicicletas, tranvías y otros medios similares.
- Los espacios públicos para esparcimiento y cohesión social deben ser accesibles desde los diferentes puntos del conjunto.
- El conjunto debe contemplar, preferiblemente, diversidad de opciones de vivienda en cuanto a tamaño y costo (Altamirano, 2015).

2.3 Vivienda urbana sostenible

Vivienda

Vivienda es aquel espacio cuya principal función es proveer resguardo de las inclemencias del ambiente a las personas que lo habitan. Más específicamente, es un lugar delimitado por paredes y techos donde residen habitualmente un grupo de personas, realizando en ella actividades como dormir, preparar y consumir alimentos, convivir. Así mismo, sus habitantes pueden ingresar y salir de este lugar sin pasar por otra vivienda, teniendo comunicación directa con áreas públicas o vías de circulación (Ministerio de Economía Dirección Nacional de Estadística y Censos, 2009).

La Organización de las Naciones Unidas ha definido que una vivienda adecuada es aquella que ofrece las siguientes condiciones a un costo razonable:

- Espacio suficiente para las actividades y funciones de quienes la habitan.
- Privacidad, es decir, debe permitir la confidencialidad o intimidad con que se realicen las actividades dentro de ella.

- Accesibilidad física. Como ya se mencionó, debe poderse entrar y salir de ella sin pasar por otras viviendas, teniendo acceso directo a espacios públicos o vías de circulación.
- Protección ante fenómenos naturales como derrumbes, inundaciones, sismos y otros.
- Seguridad ante riesgos sociales como la delincuencia, criminalidad y otros.
- Estabilidad y durabilidad en cuanto a materiales y sistemas constructivos.
- Iluminación natural y artificial.
- Temperatura y ventilación adecuadas para la vida humana.
- Servicios de abastecimiento de agua, saneamiento y eliminación de desechos.
- Condiciones adecuadas con respecto a la salud humana y al medio ambiente.

Más que un espacio funcional, la vivienda es un derecho del ser humano, debido a que provee el ámbito para el desarrollo de la vida humana, tanto del individuo como de la familia. La vivienda no solo responde a necesidades físicas, también forma parte de lo que le permite al ser humano acceder a una vida digna, y, por lo tanto, debe estar al alcance de toda la población en forma equitativa y sostenible.

La situación en países en vías de desarrollo es tal que la vivienda no necesariamente cubre todos estos aspectos, se carece de una legislación que pueda garantizar que la oferta de viviendas cumpla con todos los requerimientos de una vivienda digna, y la planificación orientada a la sostenibilidad aún es incipiente. Los sectores de la población con recursos limitados no siempre tienen

acceso a una vivienda que satisfaga todas sus necesidades y que le permita desarrollarse en forma adecuada. Hablar de vivienda siempre implicará hablar de una problemática que se debe resolver en los ámbitos espacial y social (ONU HABITAT, 1996).

Vivienda urbana y vivienda rural

Vivienda urbana es toda aquella que se encuentra ubicada en ciudades, poblados o asentamientos que tengan como mínimo 500 viviendas agrupadas continuamente y donde exista presencia de autoridades civiles, religiosas y militares; adicionalmente deben contar con servicios de alumbrado público, centros educativos de educación básica, servicio regular de transporte y calles pavimentadas, adoquinadas o empedradas. Vivienda rural es la que se encuentra fuera de las áreas urbanas, que en el territorio nacional se consideran como cantones y caseríos (Dirección General de Estadística y Censos, 2008).

Vivienda del sector formal

Vivienda del sector formal hace referencia, para efectos de este estudio, a toda aquella realizada por el sector formal de la construcción, entendiéndose por esto entidades privadas o no gubernamentales que desarrolla proyectos de viviendas para ser comercializadas, ya sea en colonias, urbanizaciones, residenciales como en edificios de apartamentos y otros similares.

Dado que es un bien raíz sujeto a la compra-venta, regularmente se rige por las necesidades y requerimientos de sus mercados potenciales. Es así como abarca diferentes niveles de costo para los distintos niveles socioeconómicos de la población; y los que conforman estos acceden a este bien por diferentes vías de financiamiento privadas o gubernamentales.

Vivienda sostenible

En dicho contexto, la vivienda sostenible no se limita a proveer los espacios para la habitación de un grupo familiar, sino que es aquella que propicia el desarrollo de comunidades sostenibles por medio del consumo eficiente de re-

cursos que se extraen del medio ambiente, como la energía, el agua, el suelo y los materiales utilizados en su construcción; debe poder maximizar el reciclaje y adaptarse a otros principios ecológicos; debe concebirse para brindar una larga vida útil y flexibilidad respecto al estilo de vida de sus usuarios, tanto que permita la formación de comunidades sólidas y autosuficientes.

Puede observarse, que una vivienda sostenible no se reduce a aspectos físicos espaciales, sino que permite el desarrollo económico y social de quienes habitan en ella, así como provee seguridad, bienestar social, y condiciones saludables (Chan López, 2010).

2.4 Otros conceptos relacionados

Hogar

Este término ha sido utilizado con la acepción que aparece en los censos de población y vivienda de El Salvador. Comprende a todas las personas que habitan la misma vivienda y comparten un mismo gasto para la comida (Dirección General de Estadística y Censos, 2008).

Huella del desarrollo

Área afectada por el desarrollo o actividad del sitio. En el caso específico de edificios, incluye el área de construcción de la vivienda, accesos y estacionamientos (Spain Green Building Council, 2002).

Parque habitacional

Se refiere al total de viviendas existentes en el territorio nacional, en relación con la necesidad de espacios de habitación que plantea la situación demográfica del país (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008).

Presión urbana

La demanda efectiva de suelo urbano provocada por la tasa de crecimiento de la población (Gobierno de El Salvador, 1991).

Uso urbano

En urbanismo, el uso urbano se refiere a los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas, áreas y predios de un centro poblado. Los usos urbanos

que regularmente se encuentran en una ciudad o poblado son los siguientes: residencial, comercial, industrial, institucional y servicios (Acuña, 2012).

Equipamiento urbano

El equipamiento urbano son todos aquellos espacios donde se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, tales como salud, educación, comercialización, cultura, recreación y seguridad (Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, 1978).

3. Principios de arquitectura sostenible aplicables a la vivienda

La arquitectura sostenible establece un replanteamiento de la forma en que se ha desarrollado el diseño y la construcción de edificaciones y espacios, el cual no solo responda a las necesidades de funcionamiento y desarrollo humano, sino que su impacto en el medio ambiente pueda ser sostenible. Los principios de esta disciplina que aplican a una vivienda se describen a continuación.

Para esta etapa del estudio se revisaron diferentes modelos y propuestas de arquitectura sostenible en vivienda, extrayendo los principios de sostenibilidad que plantean, así como los recursos físicos espaciales que pueden llevar a la realidad dichos principios.

3.1 Eficiencia en el uso de recursos

Este principio es fundamental en lo concerniente a la sostenibilidad. Podría decirse que de este se derivan otros criterios y lineamientos relacionados con el tema. Específicamente, se refiere al uso óptimo y a la reutilización de todos aquellos recursos incluidos en el desarrollo del edificio —para el presente estudio, la vivienda— y que pueden agruparse en las siguientes áreas de análisis:

- Entorno
- Energía
- Agua
- Materiales

Los principios deben ser aplicados en forma integral, considerándolos en todas las etapas en el proceso de la edificación, esto incluye desde la fabricación de los materiales de construcción que se han de utilizar, pasando por el proceso constructivo, el funcionamiento, hasta la disposición final. Los principios se analizan para todo el ciclo de vida de la edificación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Dentro de la búsqueda de un uso cada vez más eficiente de los recursos disponibles, debe considerarse la introducción de soluciones alternativas que generen menor impacto ambiental, sin sacrificar la funcionalidad ni las necesidades físicas y socioculturales de los usuarios de la vivienda.

El alcance de estos principios va más allá de a los aspectos meramente ambientales. La sostenibilidad abarca las diferentes áreas del desarrollo humano, y, por ello, la eficiencia en el uso de recursos debería implicar economía en la inversión monetaria requerida para brindar un producto que se encuentre al alcance del usuario que lo requiere porque, más que una edificación, la vivienda es un derecho de todo ser humano y debe constituir el escenario para su desarrollo social y económico.

3.2 Uso óptimo del entorno

Este principio busca que la vivienda se adecúe e integre al entorno físico, de tal manera que pueda aprovechar los recursos naturales y urbanos disponibles. El suelo debe ser utilizado lo más racionalmente posible, incluso considerando áreas urbanizadas o edificaciones existentes que puedan habilitarse para funcionar como viviendas en forma óptima. El entorno incluye también los aspectos sociales y culturales que intervienen en una vivienda, es decir, los que propician el desarrollo de los usuarios y que permiten que estén satisfechos con el espacio que habitan.

Integración adecuada al entorno físico

Uso racional del suelo

El suelo es un recurso natural que debe saber aprovecharse al máximo. Debe considerarse que el patrón de crecimiento de las ciudades es tal que las viviendas y zonas residenciales se ubican en las periferias, mientras que las zonas céntricas van quedándose con actividades comerciales, institucionales o de servicios. El crecimiento en las periferias, en definitiva, conlleva la reducción de las áreas naturales circundantes a la urbe. Y la ausencia de uso residencial hacia el interior de las ciudades genera abandono durante las noches, lo cual propicia la inseguridad y el deterioro social de esas áreas.

En ese contexto, resulta conveniente considerar la vivienda en altura y la combinación del uso residencial con usos compatibles, como el comercial o el recreativo, para el máximo aprovechamiento de los espacios disponibles (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Selección del terreno

Por otra parte, el terreno elegido para la ubicación de la vivienda o grupo de viviendas no debería ubicarse en zonas de alto valor ambiental, esto incluye zonas para cultivos, áreas protegidas, hábitats de especies en peligro de extinción; también deben evitarse las zonas de riesgo por inundaciones u otros desastres naturales, o que estén muy cerca de fuentes de agua. Más que el uso de terrenos baldíos o áreas suburbanas, se recomienda la densificación de áreas urbanas por medio de edificaciones de varios niveles (Spain Green Building Council, 2002).

Adecuación del terreno

En el terreno se han de identificar las áreas que deban ser protegidas por su valor ambiental, o bien aquellas que deben ser rehabilitadas por su deterioro ambiental, nivel de contaminación o porque representan riesgos. Una vez definidas, debe desarrollarse el diseño y los cambios en el espacio considerando su conservación o rescate (Vidal Vidales, 2010).

Por otra parte, el terreno debe conservar áreas libres que permitan la preservación de los ecosistemas y que propicien la biodiversidad. Estas deben estar

en proporción a las áreas cubiertas por la vivienda, estacionamientos y vías de acceso, las cuales se denominan *huella del desarrollo del edificio*, para este caso, de la vivienda. Del mismo modo, debe considerarse que las alteraciones en el terreno desvían los flujos de escorrentía, causando erosión y daño a las áreas donde estas aguas se descargan; por este motivo, debe procurarse mantener los flujos naturales de escorrentía o utilizar el exceso de agua lluvia para riego, aseo y otros posibles usos.

Otro elemento relevante respecto al entorno es la creación de *islas de calor* a partir del contraste entre áreas pavimentadas no techadas y áreas naturales. Los pavimentos generan reflexión de los rayos solares e incrementan la temperatura, y esto impacta los ambientes naturales aledaños. Estas diferencias deben compensarse con el uso de colores claros o reflejantes, procurando áreas de sombra, permitiendo que los pavimentos sean de rejillas abiertas, al menos en alguna proporción, o abriendo en subterráneo espacios, como para parqueos (Spain Green Building Council, 2002).

Ubicación de la vivienda

La orientación de la vivienda debe aprovechar la luz del sol y los vientos dominantes. Lo que se persigue es recibir la luz solar en determinadas horas del día para disminuir el consumo de energía por el uso de iluminación artificial; del mismo modo, deben captarse los vientos dominantes y evitar la incidencia de luz solar intensa para propiciar una temperatura adecuada, y con ello reducir la necesidad de ventilación artificial que requiere uso de energía eléctrica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Esto parte del mismo diseño urbano, en el que debe buscarse que el trazo de las vías de circulación favorezca la orientación de la vivienda con fachadas hacia el sur. El trazo de las calles sobre un eje norte-sur implica viviendas perpendiculares a este, que reciben en sus fachadas el sol de la mañana y de la tarde (que se desplaza este-oeste). Lo más recomendable para aprovechar las condiciones de clima e iluminación natural es la orientación de las fachadas hacia el sur (Vidal Vidales, 2010).

La ubicación de la vivienda debe conectarse con las redes de circulación vial, así como con las de servicios públicos; no solo debe procurarse la comunicación adecuada con las vías inmediatas, sino con aquellas perimetrales que pueden conducir a los usuarios a otras zonas urbanas (Paparelli, 2007).

Integración al entorno social

La edificación debe integrarse al entorno social, respondiendo a las necesidades socio- culturales de las personas que harán uso de ella. Debe propiciar la realización funcional de las actividades para las cuales ha sido diseñada, así como no debe representar ningún riesgo para la salud y la seguridad (Chan López, 2010).

El espacio físico debe permitir que sus usuarios realicen diferentes funciones satisfactoriamente. Dichas funciones no deben conllevar fricción con las actividades de otras personas en espacios aledaños, propiciándose la interacción necesaria para el desarrollo social y económico de toda la comunidad (Paparelli, 2007).

3.3 Uso eficiente de energía

La vivienda debe procurar ahorros en el consumo de energía, tanto para su construcción como para su funcionamiento. Este principio está relacionado con la integración adecuada de la vivienda a su entorno, buscando alinearse con la radiación solar y los vientos dominantes, así como también debe procurar el uso de materiales eficientes respecto a la temperatura. En ambos casos, se requiere del uso de iluminación o ventilación artificial que incrementa el consumo de energía (Spain Green Building Council, 2002).

Dispositivos de ahorro

El uso de energía será mucho mayor durante el funcionamiento de la vivienda, por lo cual debe estimarse la intervención de los usuarios, entregando instalaciones y equipos en las mejores condiciones posibles (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

La vivienda debe estar provista de alguna forma de medición continua del consumo energético, de esa manera el usuario podría aplicar controles para

regularlo. En este aspecto, también resulta muy recomendable que una porción de la energía consumida por la vivienda provenga de fuentes renovables en el lugar. A esta se le llama *energía verde*, y puede incluir energía solar, eólica, geotérmica, hidroeléctrica de bajo impacto, biomasa y biogás (Spain Green Building Council, 2002).

Diseño arquitectónico bioclimático

Del mismo modo, el diseño arquitectónico y los materiales de la vivienda deben proveer condiciones bioclimáticas, que reduzcan al mínimo la necesidad de iluminación y ventilación artificiales. Entre otros detalles debe contemplarse lo siguiente:

- Las ventanas y puertas de la vivienda deben estar orientadas hacia los vientos dominantes, de manera que la vivienda pueda refrescarse aprovechando paso de estos.
- La vivienda debe, preferiblemente, tener fachadas hacia el sur, para un aprovechamiento óptimo de la luz de la mañana. Una vivienda con fachadas este- oeste implica que recibe de lleno la luz de la mañana y de la tarde. Esta última es la que genera temperaturas más altas y propicia espacios calurosos.
- Las azoteas acondicionadas como jardines pueden crear microclimas favorables y permiten recuperar la huella del desarrollo de las edificaciones, pero no son muy recomendables para climas calurosos por la cantidad de radiación solar que reciben. Adicionalmente, las azoteas implican la supresión de un techo cuyos aleros proyectaran sombra sobre las ventanas y puertas de la vivienda.
- Las ventanas verticales permiten una mayor entrada de luz y ventilación a los espacios; las horizontales resultan ideales para la iluminación indirecta de áreas específicas.

- En las ventanas, las lamas o cristales horizontales favorecen el paso del viento.
- La ubicación de bloques de vegetación favorece la frescura de los espacios. La sombra de los árboles contribuye a mitigar el calor producido por la radiación solar (Vidal Vidales, 2010).
- Es recomendable el uso de materiales que provean aislamiento adecuado para favorecer condiciones de temperatura y humedad confortables en el interior de la vivienda.
- El espacio libre entre el piso y el cielo del interior de la vivienda debe ser de al menos 2.13 metros, para favorecer la ventilación (U.S. Department of Energy, 2014).

Uso de fuentes alternativas

En cuanto a este tema, es recomendable considerar fuentes de energía no convencionales, o renovables, como alternativas que produzcan ahorro. Puede tenerse en cuenta la energía solar, geotérmica, eólica y la producida a partir de biomasa. Estas fuentes producen energías limpias y renovables que implican ahorros significativos, sobre todo la conservación de recursos fósiles (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

3.4 Uso eficiente del agua

El uso eficiente del recurso hídrico se enfoca en los siguientes aspectos: la protección general al recurso natural del agua, su uso eficiente en todo lo concerniente al diseño, la construcción y el posterior funcionamiento de la edificación y la emisión de aguas hacia el entorno.

Protección del recurso natural

La urbanización genera impactos graves en este recurso natural. El uso de grandes volúmenes de agua ocasiona desequilibrio en las fuentes naturales y los ecosistemas que dependen de ellas; del mismo modo, la construcción

de edificaciones y la consiguiente pavimentación de áreas reduce la filtración hacia las fuentes acuáticas subterráneas; el consumo humano alcanza altos niveles, así como desperdicios importantes; y finalmente, las aguas utilizadas son vertidas nuevamente a diferentes ecosistemas produciendo contaminación con desechos orgánicos y químicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Este principio considera la protección a las posibles fuentes de agua del territorio, por lo cual se considera mantener una porción de áreas no pavimentadas que permitan la filtración de aguas lluvias a los mantos freáticos existentes.

Dispositivos de ahorro

Debe buscarse el uso eficiente del agua por medio de dispositivos que ahorren o regulen el consumo de los usuarios, y un menor consumo y eficiencia en las redes hidráulicas y sanitarias. Esto implica el desarrollo y uso de accesorios y artefactos que reduzcan el flujo de agua que se ha de consumir, ya sea por el control del flujo o por aumentos en la presión (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Uso de fuentes alternativas

Del mismo modo, se hace necesario buscar fuentes alternativas de agua, tales como captación de aguas lluvias, utilización de aguas subterráneas y recirculación de aguas provenientes de duchas, lavamanos y lavaderos, estas últimas llamadas *aguas grises*. Por supuesto, estas aguas deben destinarse a usos que no requieran potabilización, pero sí de filtros o trampas de grasa o sólidos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Se hace necesario limitar o eliminar el uso de agua potable para el riego de jardines, sustituyéndola por agua lluvia o aguas grises (Spain Green Building Council, 2002).

Reducción de aguas vertidas al medio ambiente

Finalmente, debe reducirse el caudal de aguas servidas que puedan generar contaminación filtrándolas, o bien separando las aguas lluvias de las grises (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Como se mencionó en los principios para adaptar el terreno, la reutilización de aguas lluvias también contribuye a reducir los flujos de escorrentía que ya no son naturales y que pueden erosionar o dañar los ecosistemas aledaños (Spain Green Building Council, 2002).

3.5 Uso eficiente de materiales

Aprovechamiento de materiales

Este principio se orienta a que los materiales que se utilizarán deben aprovecharse de tal manera que su modulación y disposición disminuya la generación de desperdicio. Así mismo, los desechos deben reutilizarse en el proceso de construcción o reciclarse según sea posible. La adecuada planificación del proceso constructivo puede propiciar que se prevenga el uso óptimo y la reutilización de los materiales.

Bajo ese enfoque, deben preferirse materiales que se han fabricado o procesado en el área local. Al menos un 20 % de los materiales deberían provenir de un radio inmediato al lugar de la construcción, lo que implica ahorros en cuanto a transporte y manejo (Spain Green Building Council, 2002).

Uso de materiales ambientalmente amigables

Es importante que se busquen materiales y sistemas constructivos alternativos, cuyo impacto ambiental sea menor, que impliquen menor consumo de energía y reducción de emisiones contaminantes, pero que puedan responder a las expectativas socioculturales de los usuarios de la vivienda.

Resulta idóneo que se busque que los materiales y las tecnologías generen el menor impacto ambiental posible, considerando sus variables respecto a la temperatura, lo que a la larga puede generar mayor consumo de energía, o bien sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂), que inciden directamente en el fenómeno del calentamiento global. El CO₂ se encuentra en la atmósfera y es generado por todos los seres que respiran, pero el uso de diferentes materiales genera que la acumulación de este elemento se incremente, dando origen al efecto de invernadero, que aumenta la temperatura del planeta.

Los impactos producidos por los materiales deben analizarse en todo su ciclo de vida, esto es desde la obtención de materia prima, elaboración, el transporte, la instalación, el reciclaje y su disposición final. Una de las formas de evaluar tales materiales es por medio de las certificaciones ambientales que pueden garantizar su sostenibilidad, entre ellas la norma ISO 14.000/14.001, Forest Stewardship Council-FSC y LEED (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Desde este enfoque, resultan recomendables las maderas que provienen de fuentes rápidamente renovables, como la de árboles que toman entre 5 y 10 años para alcanzar su crecimiento maduro. Estas deberían ser utilizadas en la construcción de la vivienda en el equivalente de, al menos, un 5 % de su área de construcción. También deben considerarse todas aquellas maderas que poseen certificaciones internacionales de producción sostenible, tales como la del Consejo de Administración Forestal [FSC, siglas en inglés] (Spain Green Building Council, 2002).

Por otra parte, la vivienda debe contribuir a la disminución de las islas de calor, como se indicó anteriormente. Los techos de la vivienda deben tener alto nivel de reflexión de los rayos solares y de emisiones. Como una alternativa que puede aplicarse o combinarse con estos materiales, están los techos con jardines (Spain Green Building Council, 2002).

Uso de materiales que no afectan la salud

Los materiales elegidos no deben producir sustancias o emanaciones dañinas a la salud. Esto debe verificarse por medio de certificaciones internacionales y diferentes estándares que regulan las condiciones de los productos en su proceso o fabricación, instalación, funcionamiento y disposición final. Específicamente, materiales que incluyen sustancias químicas deben recibir un seguimiento especial, como pinturas, recubrimientos, adhesivos, sellantes y otros similares. Las maderas procesadas y de fibras agrícolas no deben contener urea-formaldehído añadido, debido a que generan vapores tóxicos (Spain Green Building Council, 2002).

Reciclaje de materiales y residuos

El uso eficiente de materiales también implica la disposición que tienen estos para ser reciclados en las diferentes etapas del ciclo de vida de la edificación, de manera que su reutilización no solo conlleve economías en la construcción, sino también una menor cantidad de desperdicios producidos y depositados en el medio ambiente circundante (Chan López, 2010).

El reciclaje de materiales inicia desde el desarrollo de la construcción. El proyecto debe considerar un vertedero en el cual puedan depositarse para después reutilizarse los residuos de construcción, demolición y desbroce, ya sea hacia el lugar de fabricación o en la edificación en proceso. Debería poderse reciclar al menos un 50 % de los desperdicios de la obra. Se puede reciclar cartón, metal, ladrillos, hormigón, plástico, madera, vidrio y aislamientos.

Bajo el mismo enfoque, la vivienda o grupo de viviendas debe disponer de áreas o dispositivos que faciliten la separación y reciclaje de la basura que genere, disminuyendo así los desperdicios que se depositan en el medio ambiente (Spain Green Building Council, 2002).

3.6 Impacto ambiental de la vivienda

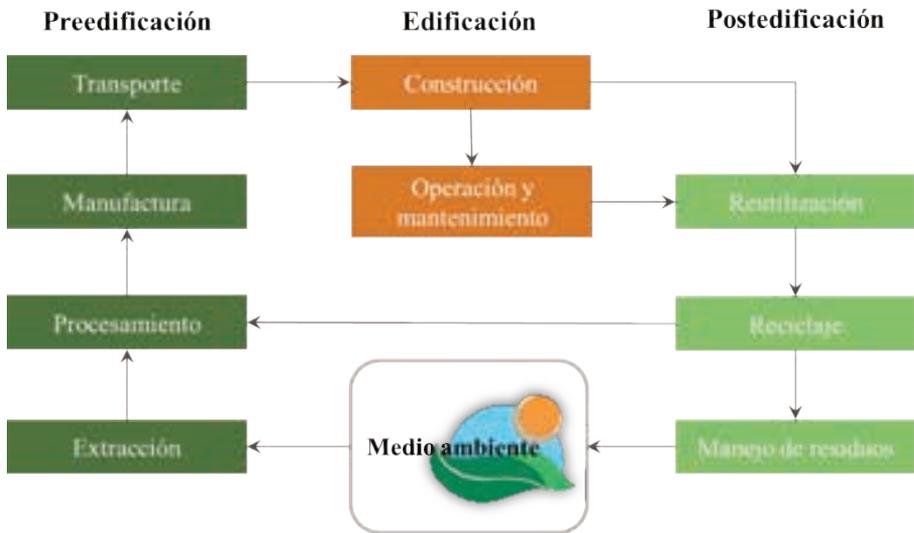
Para el desarrollo de un modelo de vivienda sostenible es importante considerar todos los posibles impactos que puede tener sobre el medio ambiente. La vivienda no solo altera los ecosistemas donde se implanta, sino que produce efectos de diferente índole durante su construcción, su funcionamiento y su disposición final. Existen estándares internacionales que permiten hacer un análisis objetivo de las edificaciones y materiales de construcción, para evaluar sus efectos sobre el medio ambiente, o bien certificar su ecoeficiencia y sostenibilidad. Algunos de ellos son descritos a continuación.

Análisis del ciclo de vida

Uno de los métodos para analizar el impacto ambiental de una edificación o material utilizado es el análisis del ciclo de vida, conocido por sus siglas ACV, que evalúa las diferentes etapas en las cuales se desarrolla la edificación, esto es, el proceso previo a la construcción, que incluye la extracción y procesa-

miento de los materiales que se utilizaran, el proceso de construcción, el funcionamiento y la disposición final de la edificación y materiales utilizados, así como los desechos producidos (figura 2).

Figura 2. Esquema del ciclo de vida de una edificación



Fuente: Elaboración propia a partir de Chan López, 2010.

El análisis del ciclo de vida establece al medio ambiente como el punto focal de todo el proceso, dado que esa es la fuente de la que se extraen los materiales que se han de utilizar en la edificación, los cuales son procesados, manufacturados y transportados al lugar de la construcción. Los desechos producidos por el proceso constructivo deben ser reutilizados y reciclados en la medida de lo posible, volviéndose a integrar a la cadena de producción. En la misma forma debería procederse con los desechos resultantes del funcionamiento de la edificación. Así los residuos finales del proceso constructivo y el funcionamiento del edificio que se depositan en el medio ambiente se reducen al mínimo.

Debe considerarse que este análisis no se limita a los aspectos físicos espaciales, sino también al ámbito sociocultural, dado que contempla la interacción del ser humano con el entorno ambiental y el social en la edificación. El uso

eficiente de los recursos impacta el medio ambiente en el cual se encuentra la edificación, pero también la vida de los usuarios de la misma (Chan López, 2010).

El análisis de ciclo de vida es una metodología que puede aplicarse tanto a materiales, soluciones constructivas, edificaciones o grupos de edificaciones. Los estándares para aplicarla se encuentran en las normas UNE-EN ISO 14040:2006 y UNE-EN ISO 14044:2006, y consta de las siguientes cuatro fases relacionadas entre sí.

- Definición de objetivos y del ámbito de aplicación.
- Análisis de inventario, o la cuantificación de lo que entra y sale del sistema durante toda la vida útil del objeto de análisis, que es extraído o emitido hacia el medio ambiente.
- Evaluación de los impactos, o la evaluación de los resultados del inventario, respecto a sus efectos ambientales observables, tales como el potencial de calentamiento global, la huella hídrica y otros similares.
- Interpretación, o evaluación de los resultados anteriores respecto a los objetivos planteados en un inicio, con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

Para analizar el ciclo de vida de un edificio, para este caso de una vivienda, existe un estándar establecido por el Comité Europeo de Normalización (CEN/TC 350), el cual define un método de cálculo que evalúa el comportamiento medioambiental en sus cuatro etapas: producción, construcción, uso y disposición final. Cada etapa considera elementos dentro del proceso descritos en la tabla 1.

Tabla 1. Elementos considerados dentro de cada etapa del ciclo de vida de una edificación

Etapas	Elementos
Producción de los materiales que se utilizarán en el edificio	Materias primas
	Transporte
	Fabricación
Construcción del edificio	Transporte
	Procesos en el sitio de construcción
Uso del edificio	Mantenimiento
	Reparación y reemplazo
	Rehabilitación
	Consumo de energía final: instalaciones eléctricas, ventilación, calefacción, refrigeración, agua caliente e iluminación
	Consumo de agua
Disposición final	Deconstrucción
	Transporte
	Reciclado / Reutilización
	Disposición final en vertedero / Incineradora

Fuente: Elaboración propia.

Aunque este enfoque aún no tiene la aceptación esperada a escala mundial, es preciso indicar que constituye un fundamento importante para establecer estrategias de eco-eficiencia en cuanto a arquitectura y construcción, y a la búsqueda de oportunidades de mejora (Zabalza Bribian, 2014).

Certificación ISO 14001

Esta certificación normaliza los planes de manejo ambiental en una entidad dada. Fue creada por la Organización Internacional para la Normalización (International Organization for Standardization-ISO) con el objetivo de brindar herramientas para la protección del medio ambiente.

La certificación persigue reducir el impacto ambiental mejorando el uso de los recursos. Así mismo, implica que la empresa que la obtiene ha creado un plan de manejo ambiental con objetivos y metas, políticas y procedimientos para

obtenerlas, responsabilidades, capacitación, documentación y controles de los avances de dicho plan. No establece metas específicas, únicamente define que se cuenta con un plan y fija las normas para ejecutarlo como es debido; los resultados varían de una entidad a otra a partir del compromiso que asume cada una. Sin embargo, sí establece el cumplimiento estricto de las leyes ambientales locales. Es emitida por agencias o consultores acreditados para tal fin (Food and Agriculture Organization of United Nations, FAO, 2015).

Evaluación LEED

LEED son las siglas de Líder en Eficiencia Energética y Desarrollo Sostenible, que es un sistema de evaluación y estándar internacional. Por medio de este es posible determinar la ecoeficiencia y sostenibilidad de una edificación. Considera estándares establecidos por consenso para certificar el uso eficiente del terreno o parcela, el agua, la energía y los materiales de construcción, así como la calidad medioambiental interior. En otras palabras, permite certificar un *edificio verde*.

Esta certificación fue creada en 1998 por el Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos de América (USGBC, por sus siglas en inglés), y evalúa diferentes edificios clasificándolos en cuatro niveles: básico, plata, oro y platino, siendo este último el más alto.

Esta certificación establece los estándares que debe cumplir un edificio para obtener eficiencias e impactos mínimos en cuanto al consumo de energía y agua, disposición de residuos y emisiones de dióxido de carbono. Sus promotores aseguran que esta certificación genera las siguientes eficiencias en un edificio:

- Reduce entre el 30 y el 70 % del consumo de energía.
- Reduce entre el 30 y el 50 % del consumo de agua.
- Reduce entre el 50 y el 90 % del costo de los residuos.
- Reduce el 35 % de las emisiones de CO₂.

Estas condiciones permiten que los edificios verdes ofrezcan una mejor calidad de vida y, por supuesto, la sostenibilidad que el planeta requiere.

Entre otras condiciones, la certificación LEED exige la siguiente normativa, que podría ser aplicable para el contexto local.

- Elección del terreno
 - El terreno no forma parte de tierras destinadas para cultivo.
 - El terreno está a una elevación mayor que 1.50 metros sobre el nivel de inundación durante los últimos 100 años.
 - El terreno no forma parte del hábitat de especies en peligro de extinción. Referir a fuente oficial para definir las especies.
 - El terreno está fuera de un radio de 30.50 metros a partir de una fuente de agua.
 - El terreno está ubicado en zonas urbanas con potencial de densificación.
 - El terreno está ubicado a menos de 400 metros de las paradas de autobuses.

- Adecuación del terreno
 - La vivienda o grupo de viviendas está a más de 12 metros de las áreas naturales que se deben proteger.
 - Si hay áreas contaminadas cercanas al lugar, se han rehabilitado.
 - Si hay áreas de riesgo cercanas al lugar, han sido tratadas con obras de protección.
 - Las áreas libres del terreno representan un 25 % de la huella de desarrollo de la vivienda.
 - Las áreas pavimentadas no techadas tienen colores reflejantes.

- Las áreas pavimentadas no techadas tienen techo, al menos parcialmente, o se han desarrollado en forma subterránea.
- Las áreas pavimentadas, no techadas, son realizadas con materiales que permiten la filtración en al menos un 30 % de sus superficies.
- Las áreas techadas poseen cubiertas con alto nivel de reflexión, tienen áreas con jardines, o una combinación de ambas, en al menos un 75 % de sus superficies.
- Se reutilizan las aguas lluvias para otros usos dentro de la vivienda o de la urbanización.
- Uso del agua
 - Al menos un 50 % del agua para riego de jardines no proviene de las redes de servicio de agua potable.
 - La vivienda utiliza, como mínimo, un 20 % menos de agua.
- Uso de la energía
 - Al menos un 5 % de la energía de la vivienda es provista por fuentes de energía renovable locales o energía verde.
 - Es posible llevar un control del consumo energético.
- Uso de materiales
 - Se reutilizan los residuos de la construcción, demolición y desbroce, al menos en un 50 %.
 - La vivienda, o grupo de viviendas, dispone de áreas para la separación y reciclaje de desperdicios.

- Se utiliza al menos un 50 % de materiales que se elaboran o procesan en la localidad.
- Los materiales utilizados en la vivienda no generan sustancias o vapores nocivos para la salud, en ninguna de sus etapas del ciclo de vida.

(U.S. Green Building Council, 2009).

Sello FSC

Esta certificación ha sido establecida por el Consejo de Administración Forestal, una organización no gubernamental con sede en Bonn, Alemania, y se conoce como FSC (por las siglas de Forest Stewardship Council). Como tal, este sello garantiza la *cadena de custodia*, o el recorrido que hacen los productos desde el bosque, o el sitio de reciclaje, pasando por la transformación y distribución, hasta llegar al consumidor.

El sello FSC brinda información sobre cada entidad que interviene en toda la cadena del producto, y certifica en forma objetiva que cada una de ellas cumple con los requerimientos respectivos. De esta manera, se conforma un marco coherente y de carácter internacional para la verificación, por parte de un tercero independiente, respecto a dicho cumplimiento en el abastecimiento de productos de madera o fibras de madera.

Los elementos incluidos dentro del estándar son los siguientes:

- Gestión de calidad: responsabilidades, procedimientos y registros.
- Alcance del producto: definición de los grupos de productos y contratos de terceros que intervienen en la cadena.
- Abastecimiento de materiales: especificaciones de material.
- Recepción y almacenamiento de materiales: identificación y segregación.

- Control de producción: control de cantidades y determinación de las declaraciones FSC.
- Venta y distribución: facturación y documentación de transporte.
- Etiquetado: uso de etiquetas FSC en el producto y umbrales de etiquetado.

(Forest Stewardship Council, 2004).

3.7 Impacto ambiental de los materiales utilizados

Los materiales tradicionalmente utilizados en construcciones actuales están asociados a diversos impactos a lo largo de su ciclo de vida, esto es, en los diferentes momentos que el material actúa sobre el medio. La extracción de materias primas altera profundamente los ecosistemas que las producen; los procesos de fabricación implican consumo de energía y de fuerza humana; también se generan residuos contaminantes, vapores y emanaciones tóxicas.

El desarrollo de un modelo de vivienda sostenible amerita, entonces, que los materiales y sus efectos sean analizados en forma más detallada, debido a que los cambios en los productos y sistemas aplicados podrían repercutir en un impacto menor o más controlado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2012).

Bajo estas consideraciones, resultan más convenientes materiales en su estado natural, con procesos mínimos, provenientes del mismo entorno en el que se ubica la edificación. Sin embargo, en la construcción actual se observan productos industriales, muchos de ellos son comercializados globalmente. Entre ellos están el cemento, fibrocemento, acero, la madera, piedra, cerámica, los metales, las pinturas y el PVC. Cada uno de estos impacta el medio natural, en mayor o menor medida, a lo largo de su ciclo de vida (Zabalza Bribian, 2014).

En general, todos estos materiales generan diferentes consumos de energía en los procesos a los que se someten para llegar a ser productos comercializables. Como puede observarse en la tabla 2, las resinas y asfaltos tienen un alto costo energético, sin embargo, están presentes en una menor proporción que otros productos como el cemento y la cerámica, cuyo costo es menor. Si se multiplica el consumo de energía por el volumen de cada material en la construcción de una vivienda, el impacto ambiental puede resultar importante (Argüello Méndez, 2008).

Tabla 2. Coste energético por kilogramo de materia

Material	kW. h
Resinas	30.560
Asfaltos	55.280
Acero	15.000
Pintura	24.700
Cemento	4.360
Cerámica	2.321
Madera	2.100
Arena y grava	0.100

Fuente: Argüello Méndez, 2008.

También debe considerarse el impacto cuando los productos ya están instalados en la construcción. En la tabla 3 puede observarse la cuantificación de dióxido de carbono CO₂ emitido a la atmósfera por cada kilogramo de material utilizado.

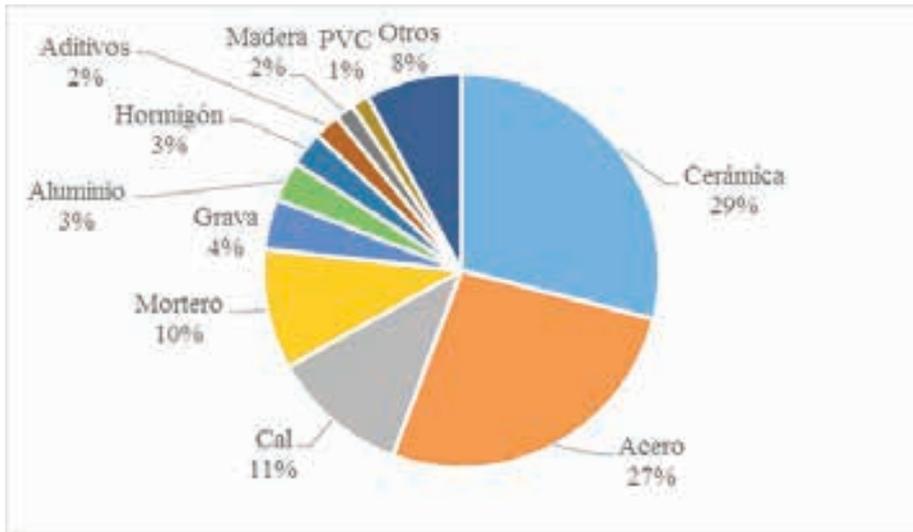
Tabla 3. Emanaciones de CO₂ por kg de material

Material	Emisiones de CO₂ por kg de materia
Resinas	16.280
Asfaltos	8.140
Pintura	3.640
Acero	2.800
Cemento	0.410
Cerámica	0.180
Madera	0.007
Arena y grava	0.007

Fuente: Argüello Méndez, 2008.

Tales índices reflejan el potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) por generación de gases de efecto invernadero (GEI) que, además del CO₂, incluyen al monóxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno, ozono, dióxido de azufre y a los clorofluorocarburos. Estos determinan el equilibrio térmico del planeta, controlando los flujos de energía en la atmósfera por medio de la absorción de la radiación infrarroja de este. Como consecuencia, se alteran los patrones del clima, los ecosistemas y la salud humana.

Figura 3. Contribución de los materiales necesarios para la construcción de 1 m² sobre las emisiones de CO₂ asociadas a su fabricación



Fuente: Zabalza Bribian, 2014.

Ahora bien, el nivel de emisión de estos gases debe contemplarse a partir de lo que cada material representa en las edificaciones. Como puede observarse en la figura 3, materiales como la cerámica y el acero tienen la mayor proporción de emisiones de gases de efecto invernadero (Argüello Méndez, 2008).

Los materiales generan diferentes impactos ambientales durante el proceso constructivo. Como ya se mencionó, las especificaciones técnicas de los proyectos se inclinan a materiales sintéticos y de procedencia industrial, y no necesariamente se consideran aquellos que se obtienen en el lugar o de fuentes naturales cercanas. Esto significa consumo de combustibles y generación de contaminantes para transportar y manejar los materiales hacia los proyectos de construcción. Así mismo, este tipo de productos representan riesgos para la salud y seguridad de quienes los manejan e instalan en la construcción, lo que requiere de normas de seguridad y estándares específicos para evitar accidentes.

Finalmente, los materiales generalmente usados en la construcción producen contaminación en donde son desechados, debido a que no se degradan fácilmente, no siempre pueden reciclarse, o bien no existen acciones para destruirlos, incinerarlos o procesarlos antes de verterlos en la naturaleza (Argüello Méndez, 2008).

En los siguientes apartados se presentan los diferentes impactos que pueden generar los principales materiales utilizados en la construcción de viviendas.

Impacto ambiental del cemento

El cemento es el aglomerante de mayor uso en la construcción, hoy en día. Se produce a partir de la calcinación de piedra caliza y arcilla a altas temperaturas. Estas piedras son molidas para formar una mezcla denominada *clínker*, que al mezclarse con agua puede fraguar y endurecerse. Al combinarse con agregados pétreos, como arena y grava, se conforma el material conocido como *hormigón* o *concreto* (Construmática, 2015).

En cuanto a la construcción de viviendas, el cemento es utilizado en repellos de paredes, elementos estructurales, pisos y entrepisos, paredes de ladrillos y bloques de concreto, paneles prefabricados de concreto, paredes coladas *in situ*, aceras y pavimentos.

La producción de cemento genera diferentes efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana. Inicialmente, la explotación de la materia prima, la piedra caliza, produce altos niveles de erosión en las canteras de donde se extrae. Estas piedras son trituradas, produciendo polvos que también afectan la calidad del aire; el proceso de horneado conlleva emisiones de monóxido de carbono y de nitrógeno, y dióxido de azufre que afectan severamente la salud y generan polución en la atmósfera; y los residuos del clínker contienen hasta diecinueve metales pesados, como plomo, cadmio, arsénico y mercurio, que, de desecharse en el medio ambiente, pueden contaminar los mantos acuíferos y volverlos altamente tóxicos. Así mismo, los residuos del cemento generan sustancias tóxicas para la salud, polución en la atmósfera y permanecen de 9 a 15 años en la superficie del suelo (Pladesemapesga, 2015).

Impacto ambiental de la madera

La madera es un producto natural utilizado en diferentes componentes de la vivienda; sus características van de la mano con los principios de sostenibilidad siempre y cuando su explotación esté controlada y permita la renovación del recurso. Como puede observarse en la tabla 2, consume bajas cantidades de energía, puede reciclarse de diferentes maneras y sus desechos se convierten en biomasa.

Lo crucial es que su cultivo se realice por medio de bosques renovables y controles ambientales. Existen certificaciones que pueden garantizar la madera que se utilizaría en un proyecto como el sello del FSC, que garantiza que toda la cadena del producto, desde su procesamiento hasta llegar al consumidor, cumple con estándares que protegen el recurso y el medio ambiente (Rossi, 2015).

Impacto ambiental de la piedra

La piedra también es de origen natural, pero su extracción implica serios daños al medio ambiente, tanto por la erosión como por la creación de riesgos por derrumbes, desprendimiento de tierras y otros similares. Las canteras no solo destruyen ecosistemas completos, por medio del uso de explosivos y maquinaria pesada, sino que también alteran la conformación del paisaje, debilitando los suelos y haciéndolos propensos a derrumbes y otros riesgos similares (Zabalza Bribian, 2014).

Impacto ambiental del fibrocemento

El fibrocemento es una mezcla entre mortero de cemento y fibras naturales o sintéticas; el material se utiliza en forma laminar para cubiertas de techos y cielos falsos, principalmente. Sus características de resistencia, peso ligero, facilidad de trabajo y economía le han brindado un lugar importante entre los materiales ampliamente utilizados en la construcción.

El fibrocemento fue inventado a principios del siglo XX utilizando fibras de asbesto, o amianto, un material explotado por la minería porque ofrece alta resistencia y durabilidad. Con los años, se determinó que el asbesto, o amianto, es potencialmente cancerígeno; y se creó una alternativa de fibrocemento con base en celulosa, vidrio o fibras vinílicas sintéticas.

Las fuentes consultadas apuntan a la sostenibilidad de esta nueva opción no solo por la ausencia de asbesto en su composición, sino porque algunas de sus nuevas versiones aportan aislamiento térmico en cuanto a su aplicación en techos (González, 2009). Actualmente, en los mercados de la construcción en Latinoamérica se encuentran tanto productos de asbesto cemento como de fibrocemento.

Impacto ambiental del acero y otros metales

Metales como el acero y el aluminio implican también altos consumos de energía y emanaciones contaminantes durante su procesamiento (Rossi, 2015). Entre los productos metálicos que se utilizan en la construcción de una vivienda están los techos de lámina galvanizada y los techos metálicos climatizados.

La lámina galvanizada es un producto de bajo costo y de amplio uso en la construcción, tanto en paredes como en techos. Está constituido por una lámina de acero que ha sido recubierta al 100 % de zinc, por medio de una inmersión en caliente. La cubierta de zinc le brinda cierta resistencia, aunque presenta corrosión y deterioro en unos cuantos años. Sus características no le permiten tener un comportamiento termoacústico adecuado, dado que transmite las temperaturas y ruidos externos magnificados por su naturaleza metálica (Grupo Arlam, 2015).

La lámina metálica climatizada comúnmente se utiliza en construcciones industriales, pero también puede instalarse en otro tipo de edificaciones. Está constituido por una aleación de aluminio, zinc y silicio; en el interior posee una capa asfáltica que le brinda un aislamiento bastante satisfactorio de las temperaturas. Algunas marcas tienen esmaltes que le permiten un nivel adecuado de reflexión de la luz, y otras también proveen cierto nivel de aislamiento acústico. Tienen un rendimiento adecuado ante el funcionamiento estructural y la corrosión. Debido a sus cualidades térmicas contribuye a disminuir el consumo de energía por ventiladores o aires acondicionados en el interior de los espacios donde se utiliza (Mateco, 2015).

El metal también se encuentra presente en el hierro y acero utilizado para las estructuras de la vivienda, en cuanto a fundaciones, columnas, vigas y soportes para el techo. Su producción industrial implica explotación minera, consumo de energía y cantidades significativas de aguas servidas, desechos sólidos y emisiones a la atmósfera. Entre los gases producidos por estos procesos está el monóxido de carbono (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia, 2015).

Impacto ambiental de pinturas y otros químicos

La pintura, los aislantes y los solventes se derivan del petróleo, por lo que implican uso de recursos no renovables, costes energéticos para su fabricación y emisiones contaminantes que afectan la calidad del aire y la salud. Lo recomendable en este caso son los productos que provienen de sustancias naturales; aislantes como la celulosa, el cáñamo y el corcho, o bien pinturas ecológicas procesadas a partir de plantas y flores (Rossi, 2015).

Impacto ambiental de la cerámica

En cuanto a la cerámica, esta incluye todos los productos utilizados en la vivienda, cuya materia prima es la arcilla, y que son procesados por medio de altas temperaturas. Entre otros, pueden mencionarse la cerámica de piso, loza sanitaria, los azulejos y las tejas de barro.

La explotación de la arcilla conlleva cierto impacto sobre los lugares de extracción. Regularmente, las entidades productoras de estos artículos se encuentran cerca de las fuentes. Durante el proceso de fabricación, los efectos más significativos incluyen el coste energético, sobre todo en la fase de horneado, donde se generan polvos que pueden perjudicar la salud, así como vapores que resultan tóxicos para la salud humana y para la calidad del aire (Universitat Jaume, 2011).

Adicionalmente, el proceso de vitrificado al que se someten los productos cerámicos produce emisiones de flúor, cuyas consecuencias para la salud son bastante graves, del mismo modo, las aguas de proceso reciben metales pesados que requieren tratamiento antes de decantarse en el medio ambiente (Estrucplan On Line, 2015).

4. El contexto de la vivienda en El Salvador

Como ya se mencionó, la vivienda es un derecho del ser humano más que una edificación, porque brinda el marco físico para el desarrollo humano de las familias. La situación que se registra en El Salvador plantea una brecha significativa entre la necesidad de vivienda y su disponibilidad y accesibilidad.

4.1 La situación de la vivienda en El Salvador

Para determinar si la vivienda está orientándose a tales metas es importante evaluar sus características, materiales y las tendencias generales que pueden observarse en visitas de campo.

Características generales de la vivienda en El Salvador

Los censos más recientes pueden considerarse con cierta validez hasta el día de hoy, porque dan una noción de la tendencia que se sigue actualmente. El *IV Censo de Población y V de Vivienda* de 2007 estableció la información mostrada en la tabla 4.

Tabla 4. Estadísticas generales de la población y vivienda en El Salvador 2007
“IV Censo de población y V de vivienda 2007”

Ítem	Estadística
Población total	5,723,247
Viviendas totales	1,668,227
Viviendas ocupadas	1,384,446
Viviendas ocupadas con personas presentes durante el censo	1,372,853
Viviendas desocupadas	283,781
% de viviendas desocupadas	17
Personas por vivienda ocupada	4.2

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

Por primera vez, este censo indagó sobre la cantidad de hogares que habitan en la misma vivienda. Según la Dirección General de Estadística y Censo, se entiende por *hogar* el grupo de personas que residen en la misma vivienda y que comparten los gastos para su alimentación. La cantidad de viviendas censadas, ocupadas y con personas presentes al momento del censo fue de 1,372,853, y de esas, un 2 % registró dos, tres y hasta cuatro hogares compartiendo la misma vivienda. Esto no solo presenta indicios de hacinamiento o incomodidad, sino que contradice los principios de privacidad que plantea el concepto de vivienda como tal (tabla 5).

Tabla 5. Hogares por vivienda 2007
“IV Censo de población y V de vivienda 2007”

Hogares por vivienda	Viviendas	%
1	1,345,598	98
2	22,147	2
3	4,115	
4 o más	994	
Total	1,372,853	

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

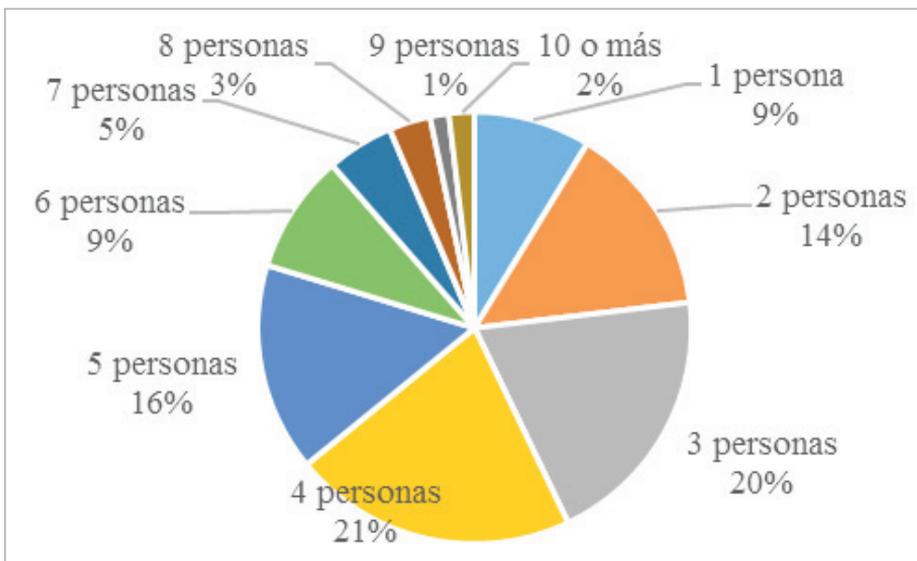
Como se observa en la tabla 6, el 65.06 % de las viviendas y el 65.79 % de los hogares se encuentran residiendo en zonas urbanas, lo cual representa un 62.54 % de la población total.

Tabla 6. Viviendas, hogares y población por lugar de residencia
“IV Censo de población y V de vivienda 2007”

Lugar de residencia	Viviendas	%	Hogares	%	Población	%
Urbano	1,085,343	65.06	925,306	65.79	3,579,532	62.54
Rural	582,822	34.94	481,179	34.21	2,143,618	37.46
Total	1,668,227		1,406,485		5,723,150	

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

Figura 4. Cantidad de personas por hogar
“IV Censo de población y V de vivienda 2007”



Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

Tabla 7: Cantidad de personas por hogar
“IV Censo de población y V de vivienda 2007”

Personas por hogar	Hogares	%
1	122,282	9
2	202,496	14
3	278,584	20
4	298,097	21
5	219,725	16
6	125,207	9
7	69,864	5
8	43,131	3
9	20,060	1
10 o más	27,039	2
Total	1,406,485	

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

En cuanto a la cantidad de personas por hogar, el censo establece el mayor porcentaje entre 4 a 5 habitantes, como puede verse en la figura 4 y la tabla 7. También debe observarse que la cantidad de hogares de más de 7 personas constituye un 10 % del total.

El mayor porcentaje de los hogares censados se concentra entre los de 4 y 5 personas. Las viviendas deben responder a esos requerimientos, pero como se vio en la figura anterior, un 10 % tiene más de 7 personas, lo que implica mayores necesidades de espacio.

Materiales utilizados en la vivienda urbana en El Salvador

El uso de materiales en la vivienda urbana se puede establecer con base en los datos del censo 2007, donde se tienen datos específicos para las viviendas urbanas censadas. Esta información ha sido complementada con la tendencia que puede observarse en comparación con los censos de 1971 y 1992, donde se observa la tendencia total de las viviendas, incluyendo las de zonas rurales y

urbanas. Finalmente, estos datos se han completado con las observaciones realizadas en visitas de campo de este estudio.

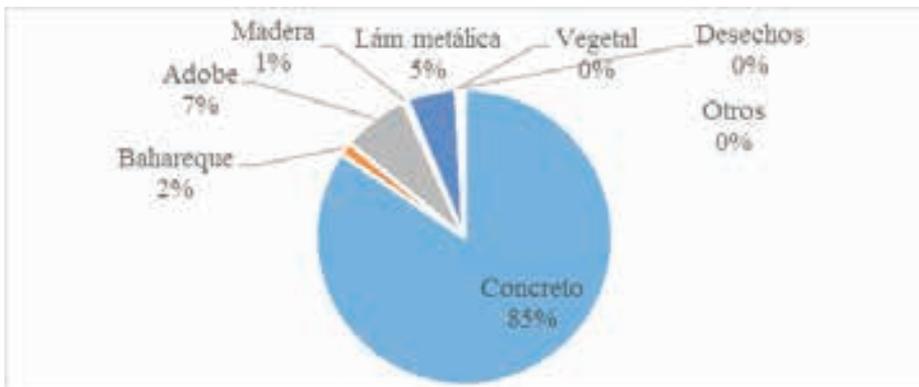
En cuanto a los materiales y sistemas utilizados en las viviendas, la información se analiza para materiales de tres grandes áreas: paredes, pisos y techos.

Materiales de paredes

En cuanto a materiales utilizados en las paredes, el 85 % de las viviendas urbanas utilizan sistemas a base de cemento, lo cual puede incluir bloques de concreto, paneles, hormigón y otros relacionados (figura 5). Los materiales de cemento dominan totalmente el panorama de la vivienda. En las visitas de campo realizadas, pudo observarse esta tendencia: que los proyectos de urbanizaciones nuevas están construidos con paredes de bloques de concreto o paredes de concreto colado *in situ*.

Aunque en el mercado existen paneles ligeros prefabricados, tal parece que la preferencia en vivienda formal es la de paredes sólidas con materiales cementados.

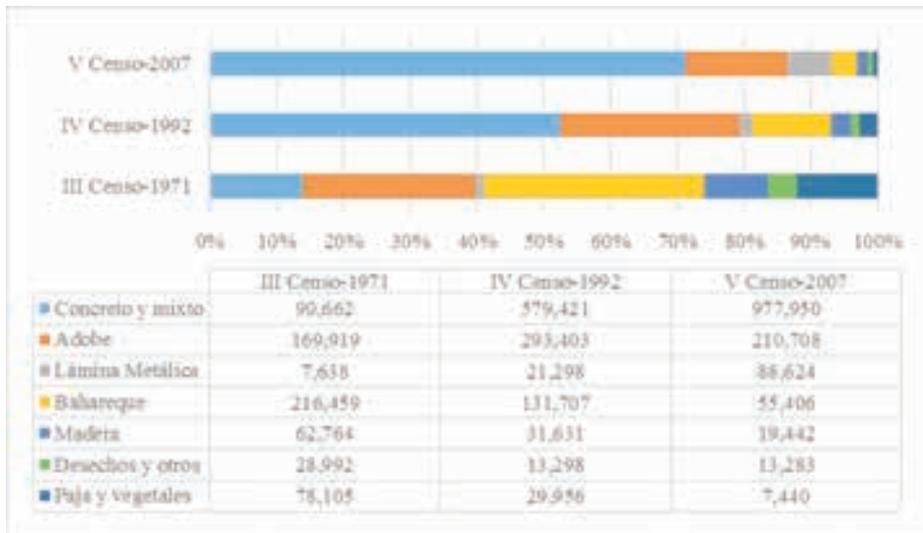
Figura 5. Materiales de paredes en vivienda urbana
IV Censo de población y V de vivienda 2007



Fuente: Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008.

En un análisis comparativo de los últimos censos de vivienda realizados en el país, ilustrado en la figura 6, puede observarse cómo se ha incrementado la cantidad de viviendas con paredes de concreto y sistema mixto, y cómo han disminuido las viviendas de bahareque y adobe. Las viviendas con paredes a base de cemento alcanzaron más del 70 % del total del censo en 2007 (Dirección general de estadística y censos, 2009).

**Figura 6. Variaciones en los materiales de paredes en viviendas en El Salvador
Comparación censos de vivienda 1971, 1992 y 2007**

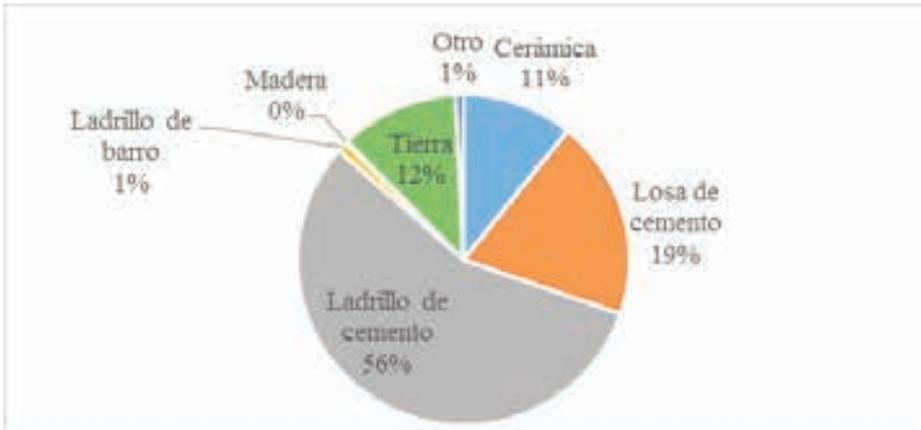


Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

Materiales en pisos

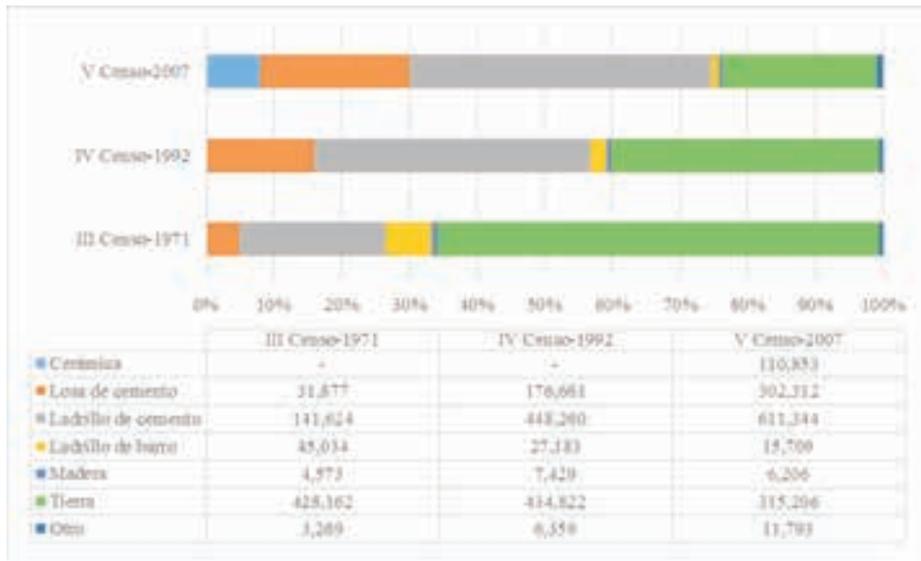
Los pisos de las viviendas urbanas son predominantemente de ladrillo de cemento, que se encuentra en un 56 % de las viviendas. La cerámica está solo en el 11 % de las viviendas (figura 7).

Figura 7. Materiales de pisos en vivienda urbana
“IV Censo de población y V de vivienda 2007”



Fuente: Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008.

Figura 8. Variaciones en los materiales de pisos en viviendas en El Salvador
Comparación censos de vivienda 1971, 1992 y 2007



Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

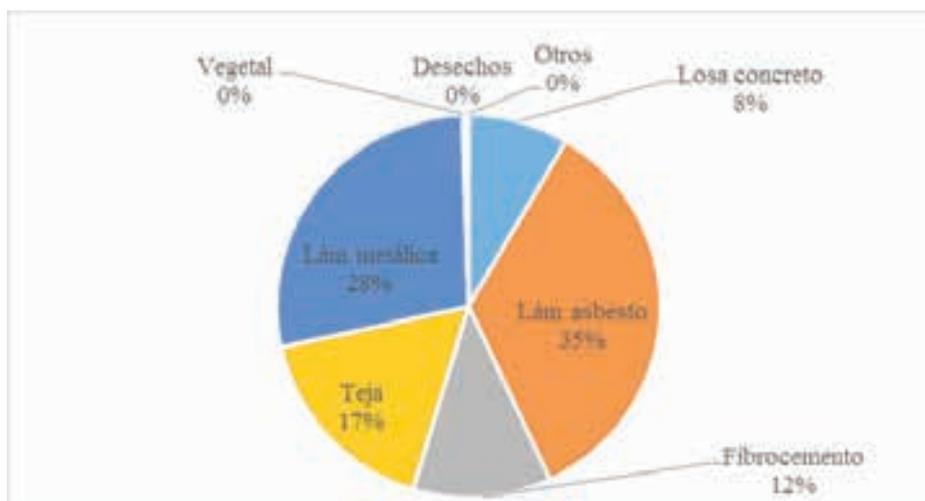
Según el censo de 2007, el 56 % de la vivienda urbana poseía pisos de ladrillo de cemento; ese material ha venido en aumento con respecto a los registros anteriores. En ese mismo año hace su aparición la cerámica (figura 8).

En las visitas de campo a ventas de materiales de construcción, es notable la casi ausencia de ladrillos de cemento y una presencia dominante de pisos de cerámica de diferentes niveles de calidad y precio. Así mismo, los proyectos de vivienda urbana mostraban pisos de cerámica y gres, tanto en las urbanizaciones de bajo costo como en las de alto costo.

Materiales de techos

En cuanto a los techos, las viviendas utilizan en su mayoría láminas metálicas y tejas, las que están, cada una, en un 29 % de las viviendas censadas. El fibrocemento y el asbesto se encuentran en menor proporción, como se puede observar en la figura 9.

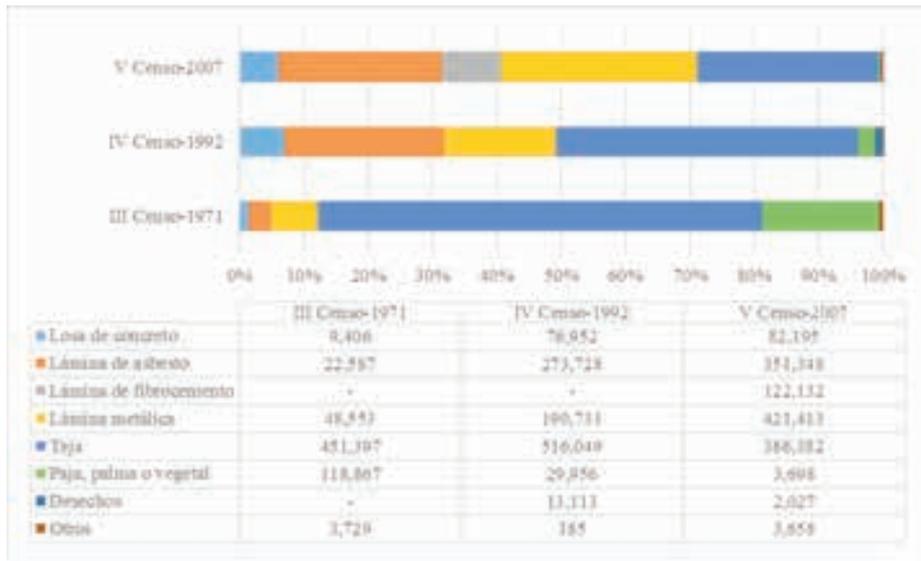
Figura 9. Materiales de techos en vivienda urbana
IV Censo de población y V de vivienda 2007



Fuente: Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008.

En cuanto a los materiales para techo, la figura 10 muestra una sensible disminución del uso de la teja, e incrementos en la lámina metálica y el asbesto cemento. Es importante denotar que el asbesto cemento no muestra mayor diferencia entre los porcentajes de 1992 a 2007, espacio que parece ser tomado por la aparición de la lámina de fibrocemento (fibras sintéticas o de celulosa) en el censo de 2007. La losa de concreto se incrementa del 1971 a 1992 pero tiene una leve reducción porcentual para el censo de 2007 (Dirección general de estadística y censos, 2009).

Figura 10. Variaciones en los materiales de techos en viviendas en El Salvador
Comparación censos de vivienda 1971, 1992 y 2007



Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, 2008.

En las visitas de campo realizadas se advirtió que los proyectos utilizan láminas de asbesto cemento y metálicas Aluzinc. Considérese que el censo agrupa en una sola categoría los diferentes niveles de calidad de techos metálicos, desde la lámina galvanizada hasta las láminas metálicas climatizadas como las Aluzinc.

La lámina galvanizada es una de las alternativas de menor costo en el mercado y de amplio uso, inclusive en las paredes de vivienda popular, pero con un bajo nivel de calidad y un alto grado de transmisión de la temperatura externa y el ruido, como el producido por la lluvia. Estas características resultan adversas para la comodidad de los usuarios, pero que no son de materiales que figuran en la construcción formal de vivienda. Las láminas climatizadas, como la Aluzinc, en cambio, sí están presentes en proyectos de vivienda visitados para este estudio, muchas veces combinadas con materiales aislantes para tener un comportamiento óptimo ante la temperatura y el ruido.

Dentro de los materiales utilizados en techos, pisos y paredes de las viviendas puede verse la incidencia de sistemas precarios, como los elementos de origen vegetal y los desechos. Según el documento (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008) esta es una condición inaceptable y constituye parte del déficit habitacional que se sufre en El Salvador.

El déficit de vivienda en El Salvador

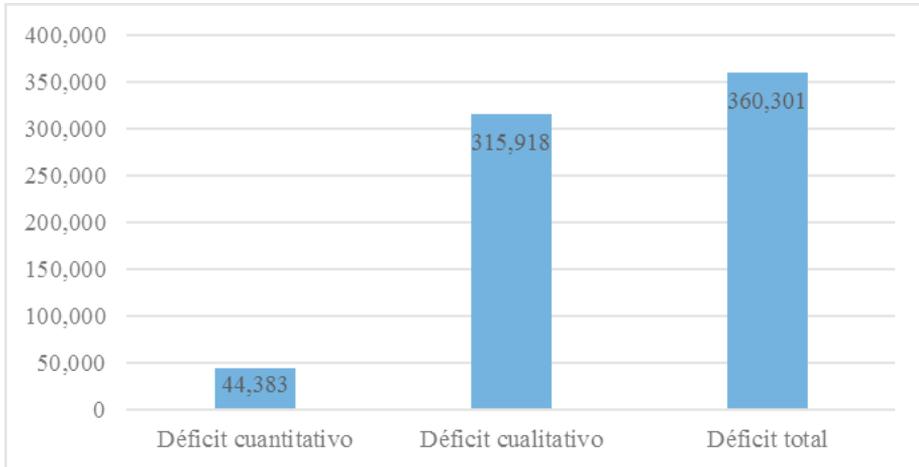
La política nacional de vivienda en El Salvador se enfoca en tres objetivos principales: 1) establecer la vivienda como eje de desarrollo, 2) abrir acceso a este derecho de la vida humana por medio de la dinamización del mercado, y 3) modernizar los marcos técnico, institucional y legal que la regula. La figura 11 muestra información obtenida del IV Censo de Población y V Censo de Vivienda de 2007, en el cual se estableció el déficit poblacional en 360,301 viviendas, un 27 % del total de viviendas.

El déficit total está dividido en cuantitativo y cualitativo. El déficit cuantitativo se refiere a viviendas que albergan más de tres hogares, o bien aquellas ubicadas en mesones o lugares improvisados como carpas, cuevas y otros similares. El déficit cualitativo incluye viviendas que muestran insuficiencias en cuanto a las paredes, pisos o techos, es decir, aquellas que físicamente no cumplen con los requerimientos necesarios para el desarrollo de las familias que las habitan. En el censo antes mencionado, el déficit cuantitativo fue de 44,383 viviendas, las cuales representan solamente 12.31 % del déficit total, el 87 % es déficit

cuantitativo, constituido por 315.918 viviendas (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008).

Figura 11. Déficit habitacional en El Salvador

Déficit habitacional, IV Censo de Población y V de Vivienda 2007

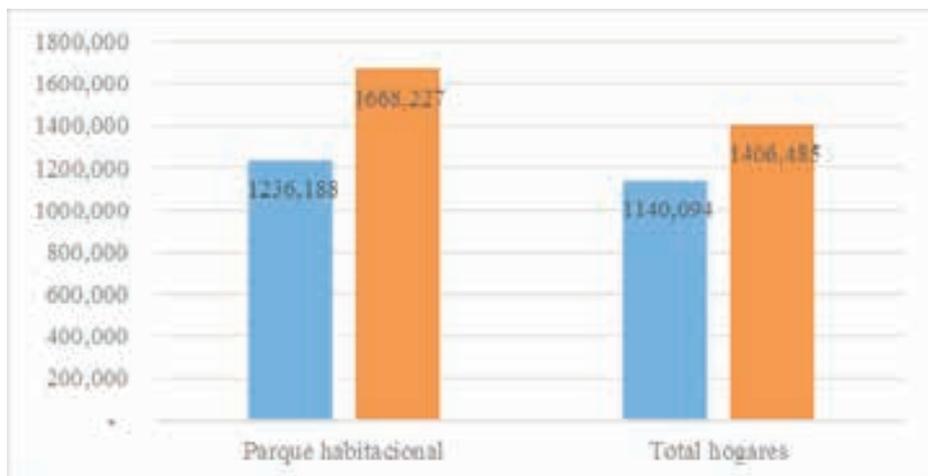


Fuente: Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008.

En dichos registros también se establece la cantidad de hogares para 2007 y la cantidad de parque habitacional, o la cantidad de viviendas censada. Como se observa en la figura 12, al comparar las cifras de 2007 con los últimos censos realizados en 1992, se advierte que el parque habitacional creció en mayor proporción que los hogares.

Figura 12. Variación en el parque habitacional y el total de hogares entre 1997 y 2007

Déficit habitacional, IV Censo de Población y V de Vivienda 2007



Fuente: Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008.

Tabla 13. Déficit cuantitativo de vivienda y diferencial entre oferta y demanda de viviendas

Déficit habitacional, IV Censo de Población y V de Vivienda 2007

	Déficit cuantitativo		En venta, reparación o construcción		Diferencia	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
Ahuachapán	2,086	4.70	1,870	4.16	(216)	-0.54
Santa Ana	6,954	15.67	4,866	10.82	(2,088)	-4.85
Sonsonate	4,001	9.01	3,027	6.73	(974)	-2.29
Chalatenango	689	1.55	1,651	3.67	962	2.12
La Libertad	5,511	12.42	7,377	16.40	1,866	3.98
San Salvador	16,408	36.97	11,207	24.91	(5,201)	-12.05
Cuscatlán	841	1.89	978	2.17	137	0.28
La Paz	1,375	3.10	2,256	5.02	881	1.92
Cabañas	308	0.69	1,168	2.60	860	1.90

San Vicente	693	1.56	902	2.01	209	0.44
Usulután	1,511	3.40	2,275	5.06	764	1.65
San Miguel	2,119	4.77	4,406	9.80	2,287	5.02
Morazán	763	1.72	976	2.17	213	0.45
La Unión	1,124	2.53	2,023	4.50	899	1.96
TOTAL	44,383	100.00	44,982	100.00	599	0.00

Fuente: Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008.

En la tabla 13 puede observarse el déficit cuantitativo de viviendas por departamento en El Salvador. Aquellos que muestran un mayor déficit cuantitativo de viviendas son los que cuentan con un alto porcentaje de viviendas en venta, reparación o construcción. De esta información puede deducirse que no necesariamente existe una deficiencia en la oferta de viviendas que puedan satisfacer las necesidades de sus moradores, sino, más bien, que existe una buena cantidad de hogares que no pueden acceder a dichas viviendas. Es posible deducir que la oferta de vivienda no coincide con las necesidades habitacionales (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008). (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, 2008).

En el año 2013 se estimó que la demanda habitacional en El Salvador creció a razón de 15,000 viviendas por año. Esto según un dato presentado por el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano de El Salvador. En la misma fuente se planteaba que el déficit real de vivienda estaba estimado en 360,000 viviendas, una cifra mucho mayor que la calculada por el Censo de Población y Vivienda debido a que considera otras variables, como los requerimientos de miembros de un mismo hogar que se independizan y requieren espacios habitacionales propios (Diario Digital Contrapunto, 2013).

El déficit de vivienda en El Salvador, como se ha visto, genera un impacto social y hace ver la necesidad de soluciones y medidas que pongan la vivienda al alcance de toda la población. La vivienda constituye un área importante dentro de la industria de la construcción, y es preciso evaluar su situación en la actualidad.

La vivienda urbana en la industria de la construcción

Actualmente, la industria de la construcción constituye un sector de gran relevancia en la actividad económica de El Salvador. Sus características la hacen fundamental para el impulso del crecimiento económico y el desarrollo, puesto que suministra el mayor aporte dentro de la inversión nacional, que alcanza en promedio un 37 %; utiliza altos niveles de mano de obra, constituyendo una fuente de trabajo relativamente bien remunerada, además de que genera enlaces con diferentes sectores comerciales e industriales (Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, 2014).

Figura 14. Préstamos y descuentos al sector construcción y a la construcción de viviendas en 2014 (en millones dólares)



Fuente: Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, 2015.

Dentro de esta industria, la construcción de viviendas tiene cierto peso, como puede advertirse en la figura 14, donde se presenta el registro mensual de préstamos de 2014 para el sector construcción y para la construcción de viviendas. El promedio mensual de préstamos para la construcción oscila en 208.53 millones de dólares, de los cuales 16.30 millones, un 8 %, estuvieron destinados para la construcción de vivienda (Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción, 2015).

Proyectos de vivienda en El Salvador

El mercado de la vivienda formal abarca diferentes tipos de propuestas que responden a las necesidades de sus usuarios, a partir del costo que este usuario puede alcanzar a cancelar. Existen proyectos que están sujetos al financiamiento del Fondo Social para la Vivienda (FSV), cuyo monto máximo es de 125 mil dólares; pero también se encuentran proyectos de vivienda que superan este monto, cuyo financiamiento es dado por otros medios, como la banca privada. Para efectos de analizar el panorama, los proyectos de menos de 125 mil dólares se considerarán de bajo costo y los de un monto superior a ese monto, de alto costo.

A continuación se presentan algunos de los proyectos de vivienda, de construcción reciente, cuyo costo se puede financiar por el FSV que se ubican en la zona central del país.

Figura 15. Residencial Los Almendros



Fuente: Fondo Social para la Vivienda, 2014.

Proyecto de viviendas unifamiliares de un solo nivel, que incluyen dos habitaciones y un baño, con sendas peatonales y áreas de parqueo común. El complejo es privado y tiene acceso controlado por vigilante de seguridad las 24 horas.

Departamento: San Salvador

Municipio: San Martín

Dirección: km 9½ Carretera de Oro

Precios de las viviendas: desde \$13,465.00

Ingreso familiar mínimo: \$321.33

Es importante considerar que este tipo de propuestas termina teniendo dificultades en cuanto a los estacionamientos, debido a que no se planifica un espacio para vehículo por vivienda, asumiendo que no todos los usuarios poseen

vehículo, pero lo cierto es que los espacios disponibles, por lo observado en la práctica, terminan siendo insuficientes.

Figura 16. Residencial Nuevo Lourdes



Fuente: Fondo Social para la Vivienda, 2014.

Viviendas unifamiliares de un solo nivel, con estacionamiento para un vehículo, opciones de 2 o 3 habitaciones, complejo privado con vigilancia las 24 horas y áreas recreativas comunes.

Departamento: La libertad

Municipio: Colón

Dirección: km 26 carretera a Sonsonate

Precios de las viviendas: desde \$16.285.00

Ingreso familiar mínimo: \$388.59

Las propuestas de urbanizaciones y residenciales plantean complejos privados con vigilancia, que es financiada por los mismos usuarios por medio de una cuota de mantenimiento. La seguridad es un factor decisivo para que una persona adquiera una vivienda. Nótese que la construcción del proyecto de la figura 16 es de mejor apariencia y mayor altura de paredes que la de la figura 15, pero su costo es mucho menor. Esto puede explicarse por su ubicación en municipios un tanto alejados de la capital o cabeceras departamentales, donde la plusvalía de los terrenos es un tanto menor, pero eso genera incremento en el uso de transporte para poder llegar a la ciudad donde se encuentra la mayor parte de fuentes de trabajo.

Figura 17. Residencial Las Palmeras



Fuente: Fondo Social para la Vivienda, 2014.

Viviendas unifamiliares de un solo nivel, con estacionamiento para un vehículo, 2 habitaciones, complejo privado con vigilancia las 24 horas y áreas recreativas comunes.

Departamento: San Salvador

Municipio: Cuscatancingo

Dirección: Cantón San Luis Mariona

Precios de las viviendas: desde \$26,500.00

Ingreso familiar mínimo: \$632.47

En proyectos de mayor costo, el diseño en planta no varía mucho; las propuestas continúan siendo un tanto similares, con la misma cantidad de habitaciones y de estacionamiento para vehículo, así mismo, están conformadas en residenciales privadas con seguridad. Sin embargo, muestran detalles que pueden ser valorados por el usuario, como paredes de mayor altura que permiten ambientes un tanto más frescos; acabados adicionales, como los enchapes que se observan en las figuras 18 y 19, baños enchapados, instalaciones para agua caliente, áreas comunes con jardines, juegos mecánicos para niños y piscina. Eso sí, en zonas bastante alejadas de la ciudad capital.

Figura 18. Residencial Ciudad Versalles



Fuente: Fondo Social para la Vivienda, 2014.

Vivienda unifamiliar con dos habitaciones y estacionamiento para un vehículo, con acabados especiales.

Departamento: La libertad

Municipio: San Juan Opico

Dirección: km 35 sobre nueva autopista que conecta a Blvd. Constitución

Precios de las viviendas: desde \$28,855.38

Ingreso familiar mínimo: \$688.59

Figura 19. Residencial Villa Primavera



Fuente: Fondo Social para la Vivienda, 2014.

Vivienda unifamiliar con dos habitaciones y estacionamiento para un vehículo, con acabados especiales, áreas comunes con piscina y juegos para niños.

Departamento: La Libertad

Municipio: Quezaltepeque

Dirección: km 26 carretera a Apo-pa-Sitio del Niño

Precio de las viviendas: desde \$32,000.00

Ingreso familiar mínimo: \$954.33

La oferta de vivienda en altura con bajo costo es bastante reducida. Los proyectos de este tipo de vivienda tienden a estar en zonas de alta plusvalía y tener un costo muy por encima de los financiamientos de entidades gubernamentales como el FSV. Los bloques de apartamentos de bajo costo no tienen más de tres o cuatro niveles, puesto que la ley exige la ubicación de un ascensor eléctrico, lo cual incrementaría el costo de cada apartamento.

El ejemplo de la figura 20 tiene costo reducido, pero está ubicado en las zonas más antiguas de la ciudad de San Salvador, áreas cercanas al centro donde es común el deterioro urbano y social. En definitiva, la imagen que se tiene de las zonas céntricas en cuanto a seguridad resulta adversa para la comercialización de este tipo de proyectos. Dicha zona no es algo deseable para los usuarios que podrían adquirir tales viviendas. El ejemplo de la figura 21 plantea una mejor ubicación, acabados más llamativos para el cliente y un mejor conjunto urbano, pero su costo es más del doble del primer edificio. Lo que sí puede acotarse, en cuanto a los edificios de apartamentos, es que están ubicados en zonas de uso urbano comercial o de servicios, lo cual puede contribuir a la densificación de tales zonas, disminuyendo el abandono que sufren durante horas de la noche.

Figura 20. Apartamentos La Vega



Fuente: Fondo Social para la Vivienda, 2014.

Apartamentos en bloques de 3 niveles, 2 o 3 habitaciones, aproximadamente 40 m², con áreas comunes, área de juegos y área social.

Departamento: San Salvador

Municipio: San Salvador

Dirección: Calle Las Oscuranas, barrio La Vega, 650.

Precios de las viviendas: desde \$30.000.00

Ingreso familiar mínimo: \$715.89

Figura 21. Condominio Flor Blanca



Fuente: Fondo Social para la Vivienda, 2014.

Apartamentos en bloques de 4 niveles, con dos habitaciones y estacionamiento propio para 2 vehículos. Acabados como cerámica en los baños y cielos falsos de tabla yeso, además de ambiente y diseño llamativos. Posee áreas comunes con jardines.

Departamento: San Salvador

Municipio: San Salvador

Dirección: Colonia Flor Blanca, 29.^a Ave. Sur y 12.^a calle Poniente

Precios de las viviendas: desde \$68,000.00

Ingreso familiar mínimo: \$2,027.96

Los siguientes son otros proyectos de vivienda unifamiliar, en orden de menor a mayor costo.

Figura 22. Puertas de Miraflores



Fuente: Fondo Social para la Vivienda, 2014.

Vivienda unifamiliar de dos niveles, con 3 habitaciones y 2 baños, cisterna propia, estacionamiento para un vehículo.

Departamento: San Salvador

Municipio: Ilopango

Dirección: km 10^{1/2} de la carretera de oro. Carretera a San Martín.

Precios de las viviendas: desde \$48,968.00

Ingreso familiar mínimo: \$1,100.00

Figura 23. Residencial Verona



Fuente: (Fondo Social para la Vivienda, 2014)

Vivienda unifamiliar en complejo privado con vigilancia las 24 horas, 2 niveles, 3 habitaciones y espacio para dos vehículos.

Departamento: San Salvador

Municipio: Soyapango

Dirección: Avenida Gran Canal y avenida Plan del Pino

Precios de las viviendas: desde \$56,200.00 hasta \$69,150.00

Ingreso familiar mínimo: \$1,676.07

Figura 24. Residencial Bosques de Lourdes



Fuente: Fondo Social para la Vivienda, 2014.

Vivienda unifamiliar de un solo nivel, de 117 m² de construcción, con 3 habitaciones, 2 baños y estacionamiento para 1 vehículo. Posee acabados especiales, como los enchapes que se ven en la fotografía.

Departamento: La libertad

Municipio: Colón

Dirección: San Juan Opico, km 25 ½ carretera a Santa Ana.

Precios de las viviendas: desde \$89,046.00

Ingreso familiar mínimo: \$2,655.63

Figura 25. Residencial Cumbres de Palo Alto

Fuente: (Fondo Social para la Vivienda, 2014)

Viviendas unifamiliares de 2 niveles, con 3 habitaciones y estacionamiento para 2 vehículos, cisterna, instalaciones para agua caliente y televisión por cable. Complejo privado con seguridad.

Zona: Central

Departamento: La libertad

Municipio: Zaragoza

Dirección: km 18½ carretera al puerto de La Libertad

Precios desde \$124,166.00

Ingreso familiar mínimo: \$3,703.05

Estos proyectos tienen mayor área de construcción y más comodidades, así como acabados llamativos, pero se encuentran alejados de la ciudad, muy cercanos a las vías de circulación rápida como la Carretera de Oro, carretera a Santa Ana, carretera a Sonsonate y otras.

4.2 Principales tendencias en la construcción de vivienda urbana formal

Como parte de este estudio, se visitaron y analizaron diferentes proyectos de vivienda formal en zonas urbanas de El Salvador, a fin de establecer las principales tendencias que los caracterizan, y que se podrían tomar en cuenta para proponer el modelo. Se incluyeron viviendas tanto de bajo como de alto costo. La exploración de proyectos no se centró en aquellos de bajo costo por dos motivos 1) poseen características físico-espaciales muy similares y 2) muestran muy pocos o ningunos detalles con base en los principios de arquitectura sostenible.

Aspectos físico espaciales

Diseño y funcionalidad

Hay cierta predominancia de viviendas unifamiliares sobre de los apartamentos o vivienda en altura. Según lo investigado, es posible que esto se deba a la naturaleza sísmica del territorio nacional y a la idea que un edificio se puede caer durante un sismo.

El diseño arquitectónico es muy racional, utiliza formas ortogonales y una relación entre espacios muy parecida. En vivienda de bajo costo la distribución espacial es muy similar y austera, incluye un espacio común para la sala, el comedor y la cocina, dos dormitorios, un baño y el área de servicio. El ancho de la fachada es igual o menor a cinco metros, puede tener espacio de estacionamiento o solamente un jardín exterior (figura 26).

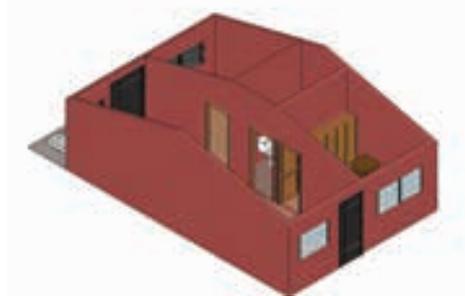
Figura 26. Ejemplo de diseño arquitectónico utilizado por las viviendas de bajo costo



Planta arquitectónica ejemplo 1



Elevación



Isométrico



Corte transversal



Corte longitudinal



Planta arquitectónica ejemplo 2



Isométrico



Fachada



Cortes logitudinales



Cortes transversales

Fuente: Elaboración propia

En las urbanizaciones de costo alto se observan diferentes propuestas de planta arquitectónica. Generalmente, tienen estacionamiento para dos vehículos, un área social amplia, separada del comedor y la cocina; tres o más dormitorios, dos o tres baños y área de servicio. El diseño es racional y utiliza vestíbulos para relacionar unas áreas con otras. También posee detalles como áreas en doble altura, que le brindan mayor iluminación y ventilación natural a la vivienda.

Figura 27. Ejemplo de diseño utilizado por las viviendas de alto costo



Planta arquitectónica de vivienda unifamiliar

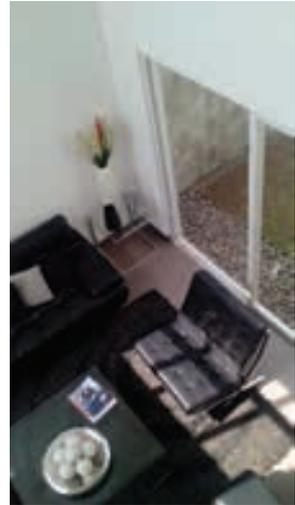
Fuente: <https://issuu.com/salazaromero/docs/san-gabriel/4>



Planta arquitectónica
primer nivel



Planta arquitectónica
segundo nivel



Detalle de doble altura en
área social

Fuente: www.santarosa.com.sv

Fotografía: Coralia Muñoz, diciembre 2015

Accesibilidad

Todas las urbanizaciones visitadas se han diseñado como residenciales privados, en los cuales, las viviendas y sus respectivas sendas vehiculares tienen el paso restringido por casetas de vigilancia y control. En muchos casos, estos es-

pacios están circundados por muros de concreto. Tales medidas son similares en viviendas de bajo y de alto costo. Esto evidencia la importancia que tiene la seguridad para el usuario de una vivienda (figura 28).

Figura 28. Urbanizaciones y residenciales privados



Fuente: <http://constructoraorion.blogspot.com/p/r.html>



Fuente: www.livingbetter.com.sv

Estabilidad y durabilidad

Los materiales con que están construidas las viviendas observadas son sólidos y durables. Las paredes en todos los proyectos están elaboradas a base de productos de cemento, tanto las exteriores como las interiores. A pesar de que en el mercado existen otros materiales prefabricados, éstos no figuran en los proyectos visitados.

Según lo investigado en el lugar, esto se debe a que el usuario desea paredes sólidas, que ofrezcan protección ante cualquier amenaza criminal. Este detalle obedece a la necesidad de espacios seguros por parte del usuario, ante la situación de delincuencia y criminalidad que se vive en el país (figura 29).

Figura 29. Materiales a base de concreto y cemento

Fotografía: Coralia Muñoz, diciembre 2015.

Aspectos socioculturales

Como se ha advertido en el análisis de las características físico-espaciales, hay un requerimiento primordial del usuario de la vivienda de hoy en día: la seguridad. Los altos niveles de violencia y criminalidad en todo el país han generado que los desarrollos residenciales se transformen en colonias o pasajes privados, cerrados con portones y con cabinas de control y vigilancia permanente. Los dispositivos de seguridad aparecen tanto en urbanizaciones nuevas como en antiguas, y varían desde portones que impiden el paso de personas ajenas a la colonia, agentes de seguridad las 24 horas del día hasta recursos electrónicos sofisticados.

Estos bloques de vivienda privados y asegurados, así como los edificios de apartamentos, dan lugar a que se tengan áreas recreativas y sociales en común, administradas bajo el régimen legal de condominio, pero que permite mantener áreas de vegetación y esparcimiento amplias.

Los proyectos ofrecen diferentes dispositivos para brindar esta facilidad; y por la persistencia de esta variable en todos los proyectos observados, definitivamente, es un factor decisivo en la compra de una vivienda. En los proyectos de alto costo se observó tecnología avanzada para la seguridad, como el uso de tarjetas electrónicas para acceder al grupo de viviendas y chapas de las puertas principales operadas con llave y con combinación electrónica (figura 30).

Figura 30. Dispositivos de seguridad



Fuente: <https://issuu.com/salazarromero/docs/revista-msg>

Se hace evidente la preferencia por viviendas unifamiliares. Por una parte, las condiciones sísmicas del territorio nacional generan temor a vivir en edificios que pudieran colapsar o desplomarse. Por otra, existe la necesidad de poseer o tener derechos sobre la tierra. La vivienda en altura no parece tener la misma incidencia, y eso puede hacer difícil la búsqueda de alternativas que consuman menos el terreno donde se emplace la vivienda.

La privacidad es otro valor importante para el usuario, que tiene que ver con la preferencia de una casa individual y con el uso de materiales a base de cemento de cierto grosor, a fin de impedir la transmisión de ruidos.

Uso eficiente del terreno

Como ya se mencionó, los proyectos en su mayoría son viviendas individuales, que limitan el uso eficiente del suelo. Consumen un recurso escaso y de precio elevado en el país, y al construirse en terrenos irregulares requieren de alteraciones importantes como excavaciones, rellenos y obras de protección. En el caso de vivienda de bajo costo, para obtener un uso óptimo del terreno deben ubicarse lotes estrechos, cuya orientación no siempre es la adecuada para captar los vientos dominantes y la iluminación solar. Esto puede incrementar la necesidad de contar con ventilación artificial para mantener los espacios con temperaturas tolerables por el usuario.

Uso eficiente de la energía

Los proyectos no plantean detalles arquitectónicos que reduzcan el consumo de energía eléctrica. A lo sumo, poseen focos ahorradores de energía. Uno de

los proyectos, de alto costo, incluía una aplicación para teléfono celular desde la que se puede revisar las luces de la vivienda a control remoto. Por supuesto, este tipo de soluciones tienen un costo alto que impide que otros proyectos de menor valor monetario puedan ofrecerlos.

En uno de los proyectos de bajo costo se encontró que en las últimas etapas de la urbanización se incrementó la altura de la cumbrera de la vivienda y se cambió el material de los techos por lámina metálica Aluzinc, con cualidades termoacústicas, a los cuales se les agregó un aislante térmico. El resultado fue que la vivienda resultó unos grados más fresca sin necesidad de uso de energía por ventilación artificial (figura 31).

En viviendas de alto costo, se encontraron opciones para mejorar la temperatura en espacios interiores. En uno de los proyectos se observaron techos de aproximadamente 3 metros, a los cuales se le han añadido ventanas, lo que permite la circulación del aire y un ambiente interior fresco. También se observó una solución donde se utiliza doble altura, lo que también permite una adecuación climática de los espacios bastante adecuada (figura 31).

Figura 31. Recursos para reducir la temperatura en espacios interiores



Mayor altura y aislante térmico



Mayor altura y
ventanas



Doble altura

Fotografía: Coralia Muñoz, diciembre 2015.

Uso eficiente del agua

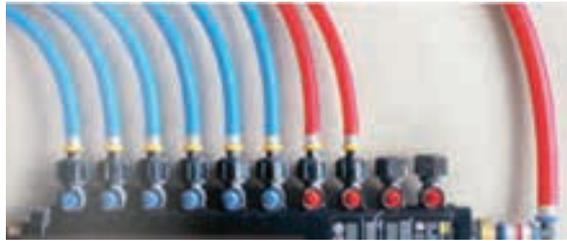
Entre los proyectos de bajo costo, algunos cuentan con pozos propios y un abastecimiento constante de agua, pero ningún recurso para disminuir el consumo. Entre los proyectos de alto costo sí se encontraron alternativas en las que se capta el agua lluvia para riego, se utilizan tanques de servicios sanitarios con doble descarga y grifos ahorradores. Uno de los proyectos de alto costo posee un dispositivo en la acometida de agua potable que controla las diferentes salidas. En caso de requerirse una reparación o se presenta una fuga, se puede bloquear el paso del agua hacia esas áreas específicas, mientras que el resto de las instalaciones funcionan con normalidad.

Figura 32. Dispositivo para ahorrar agua



Inodoro de doble descarga

Fotografía: Coralia Muñoz, diciembre 2015



Dispositivo para controlar el agua potable en diferentes lugares de la vivienda

Fuente: <https://issuu.com/salazarromero/docs/revista-msg>

Materiales y sistemas de construcción

Las viviendas están construidas con los materiales que aparecen con mayor frecuencia de uso en los censos citados en este capítulo poseen paredes elaboradas con bloques y paneles de concreto y coladas *in situ*, y techos de asbesto cemento o metálicos. En cuanto a los pisos, sí existe una variación importante, pues los pisos y enchapes de baño son totalmente de cerámica, un producto

que evidentemente su aplicación ha incrementado en la industria desde el último censo (figura 33).

Figura 33. Materiales predominantes



Fotografía: Coralia Muñoz, diciembre 2015

En cuanto a los techos, se observan de asbesto cemento y metálicos. Como ya se presentó en el uso de la energía, los techos metálicos son Aluzinc con aislante térmico, que reducen la temperatura y mantienen los lugares más frescos.

Tendencias como el desarrollo de bloques privados, la seguridad, la vivienda en altura y las áreas comunes son parte de la oferta de vivienda formal urbana. Sin embargo, la sostenibilidad y la ecoeficiencia no figuran significativamente. Existen proyectos donde sí se han incluido estas variables, pero no son muy comunes y corresponden a un nivel de costo elevado. Estos proyectos han incorporado variables de arquitectura ecológica a nivel de desarrollo urbano, ubicando corredores verdes, pilas de secado, áreas verdes para captación de aguas lluvias y recarga de mantos freáticos. Sin embargo, no es un aspecto valorado por el usuario de la vivienda, no tanto como la seguridad y privacidad o la existencia de áreas recreativas seguras (figura 16).

4.3 El impacto ambiental de la vivienda en El Salvador

En los numerales anteriores se ha presentado información sobre los principios de sostenibilidad que deberían regir el diseño, la construcción y el funcionamiento de una vivienda. Del mismo modo, se ha analizado el impacto ambiental que generan los materiales comúnmente utilizados en la construcción de viviendas. Se han evaluado las diferentes condiciones y tendencias del desarrollo de viviendas urbanas en El Salvador.

Puede considerarse que en las viviendas evaluadas en diferentes proyectos hay pocos o ningunos elementos que hayan basado en los principios de sostenibilidad expuestos al principio de este estudio. Algunas innovaciones como ahorradores de energía, agua, materiales para adaptar la vivienda al clima y otros similares obedecen en gran medida a las demandas de los usuarios potenciales de estas soluciones, y, en efecto, pueden disminuir el impacto ambiental, pero no en forma total.

El clima de inseguridad que impera en toda la nación es otro elemento determinante para la elección de materiales. Los usuarios de una vivienda difícilmente aceptaría materiales ligeros o diferentes a los productos de cemento, por temor al ladronismo y a la criminalidad. Así mismo, el encerramiento de las viviendas con muros, rejas metálicas y la conformación de urbanizaciones y pasajes privados son una demanda bastante justificada.

La construcción que predomina es la de viviendas unifamiliares, de uno o dos niveles. La oferta de vivienda urbana formal se ha enfocado en los últimos años a esta condición, pero esto no es sostenible, dado que en el país conseguir terreno presenta diferentes obstáculos: el territorio es escaso, existe una insuficiente producción de suelo urbanizado que cuente con servicios de agua y drenajes, las zonas que se pueden urbanizar están limitadas por áreas con riesgo de derrumbes, inundaciones, sismos y, además, inseguridad ciudadana. Con el recurso suelo escaso en las zonas urbanas y la tendencia a viviendas unifamiliares, las urbanizaciones y residenciales se ubican en las periferias y en terrenos fuera de las ciudades, regularmente en las áreas de autopistas y carreteras que permiten llegar rápidamente a la ciudad. No solo se consumen áreas que anteriormente tenían vegetación y permitían la absorción de agua, sino que se aumenta la necesidad de transporte y uso de vehículos automotores para el desplazamiento diario de sus usuarios hacia las afueras de la ciudad.

La tendencia en el uso de materiales y sistemas constructivos se mantiene en las mismas condiciones de las últimas décadas; el cemento y el concreto, productos cerámicos y techos de fibrocemento o lámina continúan siendo utilizados; y como ya se vio, su impacto en los ciclos de vida es significativo, en cuanto a explotación de recursos naturales y emisiones contaminantes en el medio ambiente, además de que sus posibilidades de reciclaje son mínimas o hasta nulas.

Por su parte, el impacto que causa la construcción de viviendas de diferentes niveles de precio en todo el país resulta importante, en cuanto a alcance y cobertura. Las viviendas que se construyen a nivel formal, las urbanizaciones y residenciales en el territorio nacional, conforman cifras importantes en el desarrollo del país y cubren grandes extensiones que impactan ecosistemas existentes.

5 Modelo de vivienda urbana sostenible

A partir de los principios de sostenibilidad planteados en este estudio, al objetivo general del mismo y como una respuesta a las necesidades establecidas en el contexto de la vivienda en El Salvador, se plantea el siguiente modelo para

desarrollar una vivienda urbana sostenible en el sector formal de la construcción, que sea aceptable por parte del usuario, para que pueda comercializarse y que no represente incrementos significativos en la inversión. El modelo se enfoca en la vivienda urbana formal debido al alcance e impacto que este sector tiene sobre el desarrollo sostenible general de la nación.

El modelo debe cumplir con los aspectos principales siguientes:

- Las condiciones necesarias para que cumpla con los requerimientos de una vivienda urbana.
- Las condiciones de sostenibilidad, que se enfocan en el uso eficiente del entorno, el agua, la energía y los materiales utilizados.
- Las expectativas y requerimientos del usuario de la vivienda.

Considérese que los requerimientos del modelo son complementarios o adicionales a lo establecido por la ley y la normativa local.

5.1 Condiciones requeridas por una vivienda

En primer lugar, el modelo brinda las condiciones necesarias para una vivienda, es decir, que sus usuarios puedan habitar y desarrollar su vida diaria. Unas condiciones corresponden a aspectos meramente físicos y espaciales, otras a aspectos sociales y culturales. En segundo lugar, incorpora los principios de arquitectura sostenible analizados a lo largo de este estudio.

Aspectos físicos y espaciales

Funcionalidad

La vivienda cuenta con espacios suficientes y adecuados para las funciones diarias del hogar, como, por ejemplo:

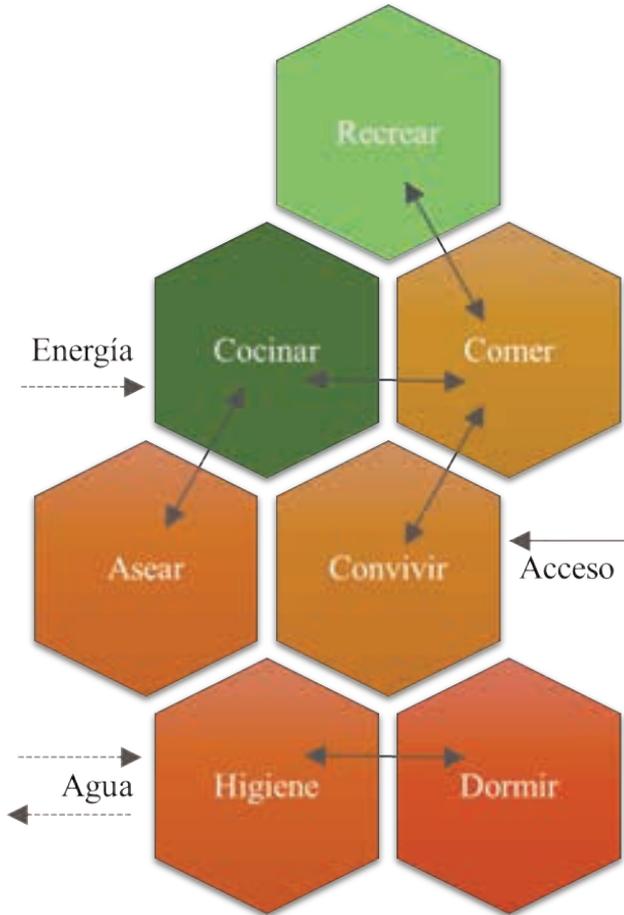
- Convivir con los miembros del hogar y con personas ajenas.
- Realizar actividades de entretenimiento y esparcimiento.

- Descansar y dormir.
- Preparar y consumir alimentos.
- Realizar funciones de aseo e higiene personal.

Estos espacios requieren de cierta interrelación necesaria que aplica para diferentes soluciones espaciales, y que se ilustra en la figura 34.

- El acceso se comunica con las vías de circulación y no irrumpe en ningún otro espacio privado u otra vivienda.
- Los espacios de convivencia externa se comunican con el acceso a la vivienda.
- Los espacios de descanso y sueño deben comunicarse con las áreas para la higiene personal.
- Los espacios de preparación de alimentos deben relacionarse con los espacios donde se consumen.
- Las áreas recreativas pueden estar relacionadas con el acceso o las áreas de convivencia interna o externa.

Figura 34. Interrelación conceptual de espacios de la vivienda



Fuente: Elaboración propia.

Accesibilidad

- La vivienda está directamente comunicada con las vías de circulación peatonal.
- Los usuarios llegan a dicha vivienda sin tener que pasar por otros espacios privados.
- Las vías de circulación vehicular y las estaciones de transporte público están al menos a 400 metros de la vivienda.

Estabilidad y durabilidad

- Los materiales y sistemas utilizados ofrecen resistencia y estabilidad estructural ante las condiciones climáticas, geológicas y el paso del tiempo.
- Durante su vida útil, los materiales no sufren un deterioro acelerado.

Servicios

- La vivienda posee abastecimiento de energía, agua potable, saneamiento y eliminación de desechos.

Condiciones climáticas

- La vivienda provee las condiciones adecuadas para la habitación: iluminación, ventilación, temperaturas adecuadas y confortables para la vida humana.

Condiciones socioculturales de la vivienda

Estas son aquellas características o necesidades de los usuarios que habitan la vivienda a partir de su idiosincrasia, costumbres o parámetros de vida.

Privacidad

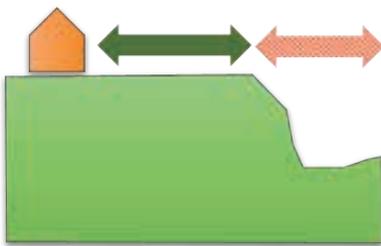
- La vivienda resguarda a sus usuarios de la vista desde el exterior de la vivienda.
- Controla el paso de personas ajenas al hogar.
- Reduce la transmisión de sonidos, desde el interior al exterior y viceversa.

Seguridad

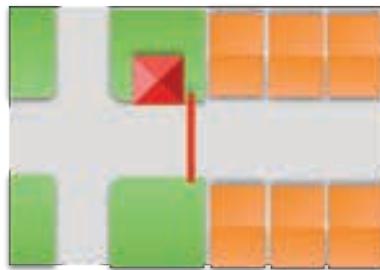
- Se han identificado los riesgos por fenómenos naturales y por delincuencia que existen en el lugar de la vivienda, y se han tomado las medidas necesarias para controlarlos.

- La vivienda ofrece resguardo de la delincuencia y riesgos similares.
 - Según sea el caso, se cuenta con dispositivos de control para el espacio urbano circundante a la vivienda, que puede incluir muros, portones, casetas de seguridad, dispositivos eléctricos o electrónicos de seguridad y otros similares.
- Ofrece el resguardo necesario para que los usuarios protejan su integridad física, así como el de sus bienes materiales.
- La vivienda se encuentra a la distancia permisible de zonas de riesgo natural.
- Los materiales e instalaciones de la vivienda cumplen con las normativas técnicas y legales de seguridad, tanto en su instalación como en su funcionamiento.
- Los materiales y sistemas utilizados no representan riesgos o daños para la salud humana.

Figura 34. Seguridad



Distancia de zonas de riesgo por
derrumbe o inundación



Casetas o controles de seguridad
para acceder a un grupo de viviendas

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Uso óptimo del entorno

Integración adecuada al entorno físico

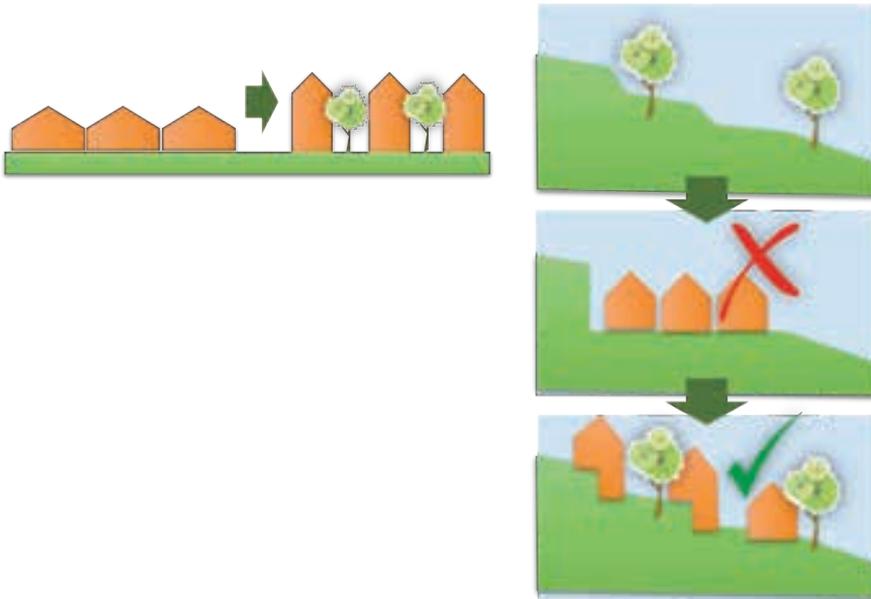
Uso racional del suelo

- La propuesta de vivienda utiliza al máximo el suelo disponible. Considera lo siguiente:
 - Viviendas unifamiliares de dos niveles.
 - Vivienda en altura.
 - La vivienda en altura permite que se optimice el uso del suelo; se densifique la zona urbana donde se ubica la vivienda
- La vivienda se adapta al terreno irregular en vez de alterarlo.
 - Se evita la alteración radical del terreno por modificar sus características.
 - Esto aplica más para una casa aislada que para aquellas que se construyen en serie.

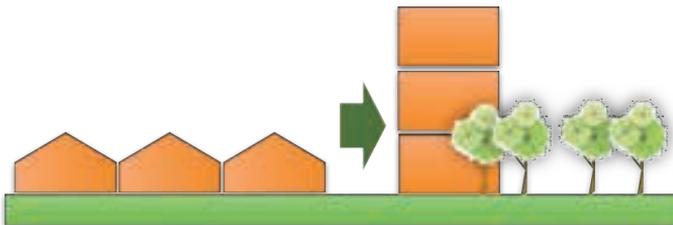
Se busca conformar corredores verdes en proyectos de gran magnitud.

- Se alinean las diferentes etapas del proyecto de manera que conformen un espacio más grande y continuo para vegetación y preservación de ciertos ecosistemas.

Figura 35. Uso racional del suelo



Uso racional del suelo por vivienda en dos niveles



Uso racional del suelo por vivienda en altura

Aprovechamiento del terreno

Fuente: Elaboración propia.

Selección del terreno

- El terreno no forma parte de tierras destinadas para cultivo.
- El terreno está a una elevación mayor que 1.50 metros sobre el nivel de inundación durante los últimos 100 años.

- El terreno no forma parte del hábitat de especies en peligro de extinción.
- El terreno está fuera de un radio de 30.50 metros a partir de una fuente de agua.
- El terreno está ubicado en zonas urbanas con potencial de densificación.
- El terreno está ubicado a menos de 400 metros de las paradas de autobuses.

Figura 36. Uso racional del terreno



Distancia entre la vivienda y fuentes de agua

Fuente: Elaboración propia.



Distancia entre la vivienda y el transporte

Adecuación del terreno

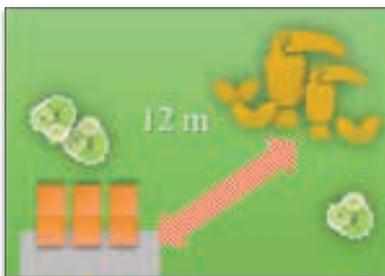
- Si hay áreas contaminadas cercanas al lugar, se han rehabilitado.
- Si hay áreas de riesgo cercanas al lugar, han sido tratadas con obras de protección.

Ubicación de la vivienda

- La vivienda o grupo de viviendas está a más de 12 metros de las áreas naturales que se deben proteger.

- La vivienda se ubica de tal manera que aprovecha la iluminación natural y corrientes de aire dominantes.
 - La fachada principal apunta hacia el norte o el noreste, para captar vientos dominantes y tener una iluminación natural adecuada.
 - Se evitan fachadas hacia el poniente para evitar los rayos solares intensos en esa orientación.
 - Se ubican barreras para disminuir la radiación solar desde el lado poniente. Estas barreras pueden ser elementos naturales como árboles o arbustos; también pueden ser elementos arquitectónicos como terrazas, aleros más anchos, paletas u otros similares.
 - Los espacios que requieren más iluminación durante el día se orientan hacia el sur.
 - Las ventanas tienen orientación norte – sur para poder aprovechar los vientos dominantes.

Figura 37. Ubicación de la vivienda



Distancia entre la vivienda y áreas protegidas



Orientación de la vivienda respecto a los vientos dominantes y radiación solar

Fuente: Elaboración propia.

Uso eficiente del entorno social

- La vivienda se encuentra cerca del equipamiento urbano pertinente.
 - En terrenos fuera de la ciudad esto resulta muy difícil, salvo que el desarrollo del proyecto sea de magnitud tal que contemple equipamiento básico.
 - La vivienda en altura, permite ubicarse en terrenos dentro de la ciudad, donde el equipamiento de educación, salud y comercio sea más accesible. Adicionalmente, el desarrollo de este tipo de vivienda contribuye a la densificación de las ciudades.

5.3 Uso eficiente de la energía

Reducción de la necesidad de uso de energía

- Las áreas pavimentadas no techadas tienen colores reflejantes.
- Las áreas pavimentadas no techadas tienen techo al menos parcialmente, o se han desarrollado en forma subterránea.
- Las áreas techadas poseen cubiertas con alta capacidad de reflexión de la luz solar; tienen áreas con jardines, o una combinación de ambas, en al menos un 75 % de sus superficies.
- Los espacios de la vivienda no requieren el uso de luz artificial durante las horas del día.
 - Los espacios de la vivienda unifamiliar de dos niveles se intercambian: el área social y la de servicio se ubican en la segunda planta y las habitaciones en la primera, de ese modo los espacios de dormitorio son más frescos durante la noche por efecto del entrepiso; y los espacios sociales y de servicio, donde la gente trabaja y actúa durante el día, pueden recibir mayor cantidad de luz diurna.

- En vivienda unifamiliar se pueden utilizar variaciones en los techos que permitan ventanas, para el ingreso de luz solar y corrientes de aire.
- Las paredes de la vivienda unifamiliar alcanzan al menos 3.00 metros en la cumbre, para que los espacios bajen la temperatura del ambiente.
- El espacio libre entre el piso y el cielo del interior de la vivienda es de al menos 2.10 metros, para favorecer la ventilación.
- Se utilizan materiales aislantes del calor.
- Las ventanas y puertas de la vivienda deben estar orientadas hacia los vientos dominantes, de manera que la vivienda pueda refrescarse aprovechando su paso.
- La vivienda tiene fachada hacia el sur, para un aprovechamiento óptimo de la luz de la mañana.
- En vivienda en altura, se acondicionan las azoteas como jardines, creando microclimas favorables y permitiendo recuperar la huella del desarrollo de las edificaciones.
 - La ausencia de aleros es compensada con otros elementos arquitectónicos que reducen la radiación solar que elevaría la temperatura de los espacios. Estos elementos pueden incluir paletas, corta soles, cornisas y otros similares.
- Se utilizan aleros anchos, terrazas y vegetación y otros elementos que le brindan sombra a la vivienda y a las puertas y ventanas de las fachadas.
- Se utilizan, preferiblemente, ventanas verticales para una mayor entrada de luz y ventilación a los espacios.
- Se ubican bloques de vegetación, lo que favorece la frescura de los

espacios. La sombra de los árboles contribuye a mitigar el calor producido por la radiación solar.

- Se usan materiales que proveen aislamiento adecuado para favorecer condiciones de temperatura y humedad confortables en el interior de la vivienda.
- En vivienda en altura puede ubicarse ventanas más amplias sin riesgos de inseguridad; deben colocarse en forma cruzada para canalizar las corrientes de aire hacia el interior del edificio.
- La vivienda utiliza corredores o terrazas para refrescar los espacios internos y aprovechar las corrientes de aire.

Figura 38. Reducción del uso de energía



Altura de paredes y juegos en los techos



Uso de barreras naturales y arquitectónicas



Uso de terrazas



Ventanas verticales en vez de horizontales

Fuente: Elaboración propia.

Dispositivos de ahorro

- Es posible llevar un control del consumo energético.
- Se utilizan focos ahorradores de energía.
- Se utilizan los dispositivos de ahorro de energía que sean factibles.
- Se disponen reguladores de voltaje para una cantidad de viviendas específica.

- El costo del regulador se prorratea entre varias viviendas; el regulador previene consumos excesivos o daño a los electrodomésticos utilizados.

Fuentes alternativas de energía

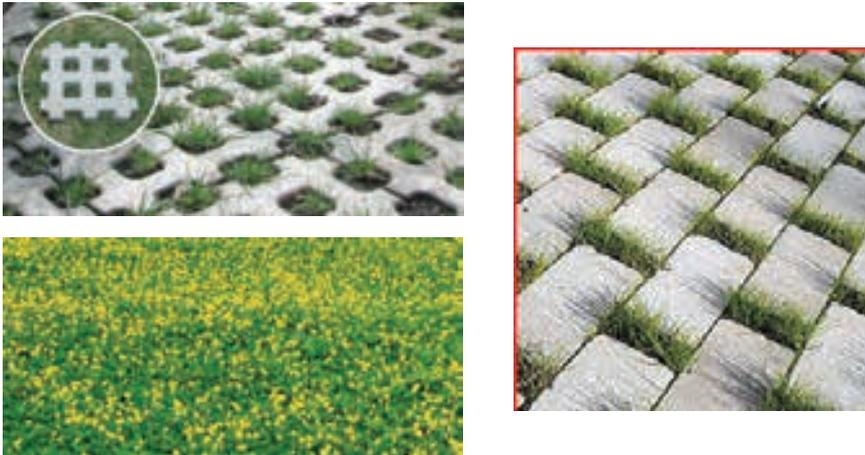
- Al menos un 5 % de la energía de la vivienda es provista por fuentes de energía renovable local o energía verde.
 - Luminarias externas sin conexión que funcionan con luz solar, durante el día se recargan captando los rayos del sol para emitir luz durante la noche.

5.4 Uso eficiente del agua

Protección del recurso natural

- Las áreas pavimentadas, no techadas, son realizadas con materiales que permiten la filtración en al menos un 30 % de sus superficies.
 - Bloques de concreto en forma de rejilla que pueden ubicarse en las áreas de estacionamiento.
 - Bloques de concreto intercalados para dar lugar a la filtración.
- Las áreas verdes se plantan con especies que requieren menos agua que el césped o la grama.
- Se busca conservar los árboles existentes en el terreno.

Figura 39. Protección del recurso natural: agua



Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/498632989965599222/>

Dispositivos de ahorro

- La vivienda utiliza al menos un 20 % menos de agua por medio de dispositivos de ahorro.
- Se utilizan tanques de servicios sanitarios de doble descarga.
- Se utilizan grifos ahorradores de agua.

Uso de fuentes alternativas

- Al menos un 50 % del agua para riego de jardines no proviene de las redes de servicio de agua potable.
- Se reutilizan las aguas lluvias para otros usos dentro de la vivienda o de la urbanización.
 - Los techos disponen de canales que conducen el agua a un tanque de almacenamiento.

- Desde el tanque de almacenamiento se conduce el agua a donde pueda utilizarse.
- La vivienda dispone de cañerías separadas para agua potable y agua lluvia almacenada (agua gris).

Reducción de las aguas vertidas al medio ambiente

- La urbanización o grupos de urbanizaciones poseen plantas de tratamiento de aguas negras o grises que las procesan antes de arrojarlas en las alcantarillas públicas.

5.5 Uso eficiente de materiales

Aprovechamiento de materiales

- El diseño arquitectónico y estructural de la vivienda, se hace a partir de la modulación de los materiales elegidos para su construcción, a fin de disminuir los desperdicios.
- Se usan materiales con características termoacústicas.
- En la medida de lo posible, se utilizan materiales disponibles en el área inmediata a donde está ubicada la vivienda.
- La elección de materiales considera ahorros en el costo de los mismos, pero también en cuanto al transporte y manejo.

Uso de materiales ambientalmente amigables

- Los materiales seleccionados poseen, según sea pertinente, certificaciones ambientales.
- Los materiales utilizados en la vivienda no generan sustancias o vapores nocivos para la salud, en ninguna de sus etapas del ciclo de vida.

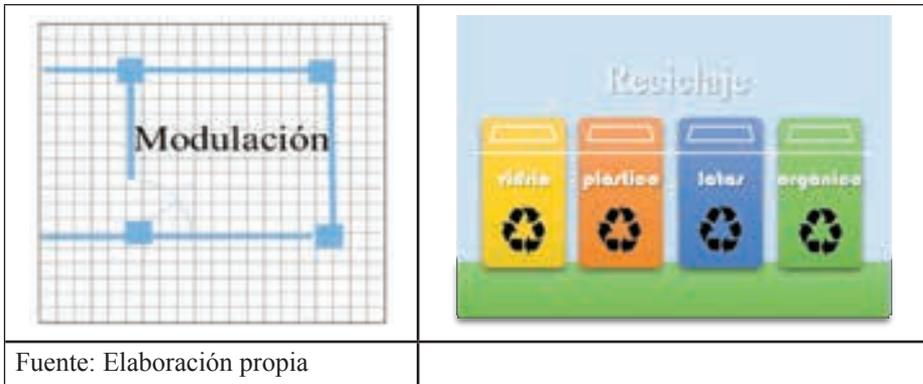
- Los materiales son elegidos bajo el criterio de precio justo, calidad aceptable e impacto ambiental reducido.

Uso de materiales que no afectan la salud humana

- Se eligen materiales considerando que no son susceptibles al brote de plagas.
- La vivienda no utiliza techos de asbesto cemento.
- En la edificación no se aplican pinturas, resinas u otras sustancias químicas cuyas emanaciones sean dañinas para la salud.

Reciclaje de materiales y residuos

- Se reutilizan los residuos de la construcción, demolición y desbroce al menos en un 50 %.
- Los materiales usados en moldes o encofrados de concreto se reciclan a lo largo de todo el proceso de construcción, según sea factible.
- Se dispone de un lugar en la construcción para almacenar todos aquellos desechos que pueden reciclarse, o bien pueden venderse para su reciclaje.
- La vivienda, o grupo de viviendas, dispone de áreas para la separación y reciclaje de desperdicios.

Figura 40. Uso eficiente de materiales

6 Aplicación del modelo

Se aplicará el modelo en los siguientes tres prototipos:

- Vivienda unifamiliar de un nivel
- Vivienda unifamiliar de dos o más niveles
- Vivienda en altura

En esta etapa de la investigación, la aplicación está enfocada en el diseño arquitectónico. Se han aplicado los principios del modelo concernientes a la distribución física y espacial, la funcionalidad, modulación y orientación. Los diseños son hipotéticos, adaptables a diferentes opciones de proyectos de vivienda en El Salvador.

6.1 Vivienda unifamiliar de un nivel

Descripción general

El modelo se aplica en dos opciones de una vivienda unifamiliar de un solo nivel, con las siguientes características:

- Lote de 5 metros de ancho.

- Área aproximada de 37.5 metros cuadrados.
- Espacios:
 - Sala – comedor – cocina
 - 2 dormitorios
 - 1 baño
 - Área de servicios
- El modelo puede tener espacio para estacionamiento de vehículos.

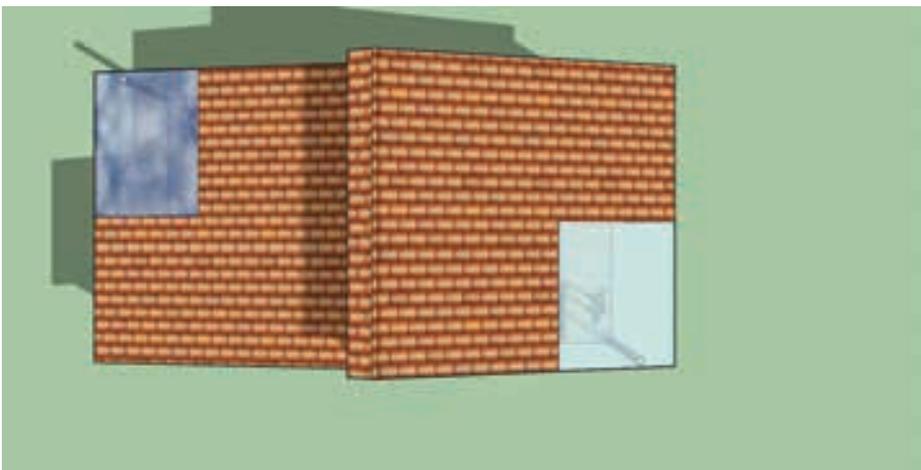
Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico parte del esquema que se utiliza actualmente en viviendas de bajo costo. Sin embargo, se ha añadido mayor altura en las paredes y un juego en los techos que permite ventanas altas en la cumbrera de la vivienda. Las ventanas están ubicadas paralelas a la cumbrera, y eso permite la circulación de aire a lo largo de toda la vivienda. También se han utilizado terrazas junto a las ventanas de las fachadas, para captar vientos dominantes, pero se han utilizado láminas translúcidas para que los espacios no se oscurezcan.

Figura 41. Vivienda unifamiliar de 1 nivel. Opción A



Planta arquitectónica. Opción A



Planta de conjunto. Opción A



Isométrico. Opción A





Cortes longitudinales. Opción A





Cortes transversales. Opción A



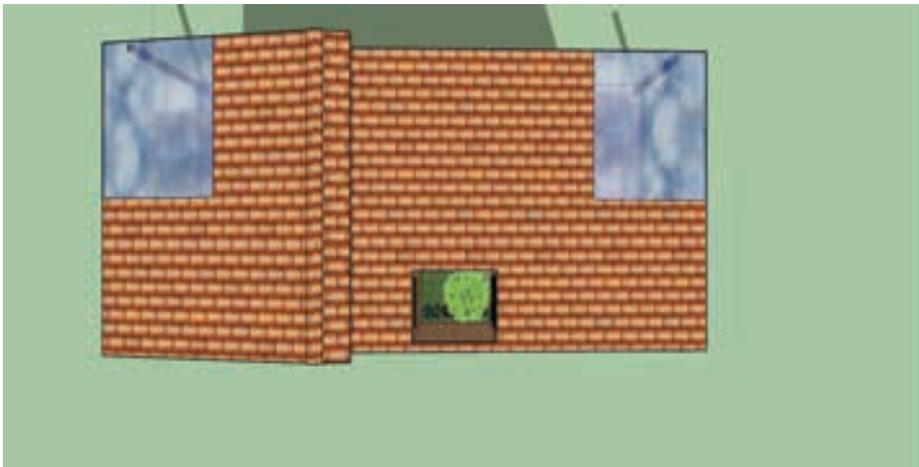
Fachada. Opción A

Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Vivienda unifamiliar de 1 nivel. Opción B



Planta arquitectónica. Opción B



Planta de conjunto. Opción B



Isométrico. Opción B





Cortes longitudinales. Opción B





Cortes transversales. Opción B



Fachada. Opción B

6.2 Vivienda unifamiliar de dos o más niveles

Descripción general

El modelo se aplica en una vivienda unifamiliar de dos niveles, con las siguientes características:

- Lote de 5 metros de ancho.
- Área aproximada de 60 metros cuadrados de construcción.
- Espacios:
 - Sala – comedor – cocina
 - 3 dormitorios
 - 1 o 2 baños
 - Área de servicios
- El modelo puede tener espacio para estacionamiento de vehículos.

Diseño arquitectónico

El modelo se ha aplicado en dos opciones. La opción A tiene dos niveles, la opción B se adapta a un posible desnivel en el terreno, desarrollándose en tres niveles.

La opción A brinda espacio para 3 dormitorios en únicamente 30 metros cuadrados de terreno. En esta opción también se utilizan desniveles en los techos para brindar ventilación natural a todas las áreas de la vivienda, y las ventanas pueden captar los vientos dominantes.

Las escaleras han sido utilizadas para crear cierta separación entre la cocina y la sala y el comedor. El primer nivel no tiene divisiones interiores. El segundo nivel sobresale de manera que genera terrazas que disminuyen la radiación solar a los espacios del primer nivel.

En la opción B, los tres niveles permiten que los espacios puedan tener ventanas para captar ventilación natural en los espacios interiores, además que brinda una separación entre la sala, un área social, y la cocina – comedor, un área más privada. Dicha opción tiene tres dormitorios y dos baños.

Figura 43. Vivienda unifamiliar de 2 niveles. Opción A



Planta arquitectónica primer nivel. Opción A



Planta arquitectónica segundo nivel. Opción A



Isométrico. Opción A



Cortes longitudinales. Opción A



Cortes transversales. Opción A

Fuente: Elaboración propia

Figura 44 Vivienda unifamiliar de dos o más niveles. Opción B



Planta arquitectónica niveles 1 y 2. Opción B



Planta arquitectónica niveles 2 y 3. Opción B



Corte longitudinal. Opción B

Fuente: Elaboración propia

6.3 Vivienda en altura

Descripción general

El modelo se aplica en una opción de vivienda en altura con las siguientes características:

- Área aproximada de los apartamentos: 45 a 48 metros cuadrados.
- Espacios:
 - Sala – comedor – cocina
 - 2 o 3 dormitorios
 - 1 baño
 - Área de servicios
- El modelo puede tener espacio para estacionamiento de vehículos.

Diseño arquitectónico

La propuesta consta de una planta típica con cuatro apartamentos por nivel. En cada uno se ha buscado que las ventanas de todos estén alineadas para que el edificio pueda orientarse adecuadamente y captar los vientos dominantes y los rayos del sol. También se ha buscado que no exista invasión visual de la privacidad de las viviendas con la ubicación de los diferentes espacios. Los apartamentos son similares en área de construcción, pero su diseño funcional varía para dar lugar a un dormitorio adicional, o un espacio de comedor más amplio.

La edificación tiene un espacio al centro donde están las escaleras y donde puede ubicarse un elevador, en caso de así requerirse.

Figura 45. Vivienda en altura



Fuente: Elaboración propia.

7. Conclusiones

Conclusiones generales

La vivienda es un derecho del ser humano más que una posesión que pueda adquirirse a partir de sus posibilidades económicas. Y como tal, debe tener la capacidad de responder a sus necesidades de espacio funcional para habitar y convivir, así como propiciar las condiciones para que la persona se desarrolle adecuadamente. En ese sentido, la vivienda debe ser un bien que provea condiciones sostenibles, tanto para el medio ambiente como para la vida humana.

Una vivienda urbana sostenible no solo se enfoca en la aplicación de principios de arquitectura sostenible, sino que contempla el nivel de satisfacción que un usuario pueda percibir al habitarla. Por ese motivo, considerar un modelo de vivienda sostenible debe considerar los marcos de referencia, sociales y culturales, del usuario. No solo debe tomarse en cuenta diseños y materiales que tengan un impacto ambiental reducido, sino que respondan a las expectativas de las personas que vayan a habitar los espacios.

Los principios de arquitectura sostenible aplicables en una vivienda contemplan lo siguiente:

- Uso eficiente de los recursos disponibles.
- Uso óptimo del entorno, y esto incluye tanto el social, el cultural como el físico.
- Uso eficiente de energía.
- Uso eficiente de agua.
- Uso eficiente de materiales.
- Un impacto ambiental reducido o controlado.

La vivienda urbana formal en El Salvador plantea un déficit importante entre la demanda de vivienda y su disponibilidad. Pero más que el défi-

cit cuantitativo, o la cantidad de viviendas que no están a disponibilidad para la población, existe un déficit cualitativo, una carencia en cuanto a los materiales y condiciones de la vivienda urbana que afecta la manera en que las personas se desarrollan en las zonas urbanas.

Las tendencias principales que pueden observarse en la oferta de vivienda urbana formal incluyen lo siguiente:

- Preferencia por vivienda unifamiliar en vez de vivienda en altura.
- La generalidad de las propuestas mantiene esquemas y sistemas tradicionales.
- Diferentes proyectos utilizan el mismo esquema de planta arquitectónica.
- Los desarrollos habitacionales se realizan como espacios controlados, ya sean pasajes o bloques completos con acceso restringido, con diferentes dispositivos de seguridad.
- Los sistemas a base de concreto predominan el panorama, esto incluye bloques de concreto, paneles prefabricados de cemento y concreto colado en el sitio de la construcción.
- Los controles y materiales sólidos y resistentes hacen evidente que la seguridad civil es, definitivamente, una de las variables de decisión de compra en proyectos de vivienda formal.
- Los detalles que aplican principios de arquitectura sostenible son limitados y se observan en proyectos de costo elevado.
- Los proyectos no presentan dispositivos para ahorrar en el consumo de agua. Algunos tienen pozos propios.

- Algunos proyectos sí presentan sistemas para ahorro energético, por medio de mayor altura para propiciar espacios más frescos, materiales aislantes en cielos y techos, o bien dispositivos electrónicos que permiten el control y ahorro de energía, pero son muy pocos.

Cumplimiento del objetivo general

En esta primera etapa ha sido posible desarrollar un modelo que aporte detalles, en cuanto al diseño arquitectónico, que pueden aplicarse en la vivienda urbana formal; y que pueden plantear una mezcla de los principios de sostenibilidad y los requerimientos planteados por la tendencia de las propuestas de construcción actual.

Cumplimiento de los objetivos específicos

1. Se han establecido los criterios fundamentales de la vivienda urbana sostenible.
2. Se ha realizado un diagnóstico de las soluciones de arquitectura sostenible que se están aplicando en proyectos de construcción de vivienda urbana en El Salvador.
3. Se han establecido los requerimientos fundamentales del usuario final de la vivienda urbana formal en El Salvador, a los cuales la vivienda urbana debe responder.
4. Se ha establecido el modelo de vivienda urbana utilizando soluciones de arquitectura sustentable, que pueda servir como una herramienta para el gremio profesional de la construcción.

Se ha concluido la primera etapa de la investigación. En la próxima, se desarrollará la propuesta técnica del modelo, contemplando los diferentes materiales y sistema que puedan utilizarse, así como la factibilidad económica de su implementación para, finalmente, realizar un prototipo que permita la sostenibilidad del modelo.

8 Referencias

- Acuña, Percy Cayetano. (21 de julio de 2012). *Urbano Perú*. Obtenido de Glosario de términos de zonificación: <http://urbanoperu.com/Glosario-de-terminos-de-zonificacion>
- Altamirano, Guillermo Arq. (2015). “Prácticas eficientes en nuevos modelos de desarrollo en El Salvador”. San Salvador: Foro: “Edificios sostenibles de alta eficiencia energética. Una oportunidad para la regeneración urbana de San Salvador”.
- Argüello Méndez, Teresa del Rosario e.a. (Enero-Marzo, 2008). “Análisis del impacto ambiental asociado a los materiales de construcción empleados en las viviendas de bajo coste del programa 10x10 con Techo-Chiapas del Cyted”. Obtenido de <http://informesdelaconstruccion.com>: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewArticle/588>
- Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (2014). “La importancia de la industria de la construcción”. Revista *Estadística de la Construcción*, 16-19.
- Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción. (2015). “La construcción en cifras”. Revista *Estadística de la Construcción*, 7-16.
- Chan López, D. (Octubre, 2010). “Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social”. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu>: https://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/12843/1/06_Ch%C3%A1n%20Lopez_Delia.pdf
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo. (1987). “Nuestro Futuro Común” *Oxford University Press*, pág. 4.
- Construmática (2015). “Cemento”. Obtenido de <http://www.construmatica.com>: <http://www.construmatica.com/construpedia/Cemento>
- Diario Digital Contrapunto* (10 de junio de 2013). “La demanda de vivienda crece en 15 mil cada año”. Obtenido de <http://www.contrapunto.com.sv>: <http://www.contrapunto.com.sv/coyuntura/la-demanda-de-vivienda-crece-en-15-mil-cada-ano>

- Dirección General de Estadística y Censos (abril de 2008). *IV* Censo de población y *V* de vivienda 2007. Obtenido de www.censos.gob.sv: <http://www.censos.gob.sv/util/datos/Resultados%20VI%20Censo%20de%20Poblaci%C3%B3n%20V%20de%20Vivienda%202007.pdf>
- Dirección General de Estadística y Censos (Octubre, 2009). Tomo V: *Característica de las viviendas*. Obtenido de <http://www.digestyc.gob.sv>: <http://www.digestyc.gob.sv/index.php/temas/des/poblacion-y-estadisticas-demograficas/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-censos.html>
- Estrucplan On Line. (2015). “Impactos ambientales y actividades productivas”. Obtenido de <https://www.estrucplan.com.ar>: <https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=259>
- Fondo Social para la Vivienda (31 de marzo de 2014). “Oferta de vivienda nueva”. Obtenido de <http://www.fsv.gob.sv>: http://www.fsv.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=649%3Azona-central&catid=104&Itemid=246
- Food and Agriculture Organization of United Nations, FAO (2015). “¿Qué es la certificación ISO 14001?”. Obtenido de www.fao.org: <http://www.fao.org/docrep/007/ad818s/ad818s08.htm>
- Forest Stewardship Council (2004). “Estándar FSC”. Obtenido de www.rainforest-alliance.org: http://www.rainforest-alliance.org/forestry/documents/FSC-STD-40-004%20V2-0_ES%20Estandar%20para%20Certificacion%20CoC.pdf
- Gobierno de El Salvador (5 de marzo de 1991). “Reglamento de la ley de urbanismo y construcción en lo relativo a parcelaciones y urbanizaciones habitacionales”. Obtenido de <http://elsalvador.eregulations.org>: <http://elsalvador.eregulations.org/media/reglamento%20a%20la%20ley%20de%20urbanismo%20y%20construccion%20en%20lo%20relativo%20a%20parcelaciones%20y%20urbanizaciones%20habita-cionales%20-%20d-70-91.pdf>

González, J.F. (Febrero, 2009). “Construcción y tecnología”. Obtenido de <http://www.imcyc.com>: <http://www.imcyc.com/ct2009/feb09/sostenibilidad.htm>

Grupo Arlam (2015). “¿Qué es la lámina galvanizada?”. Obtenido de <http://www.arlam.com.mx>: <http://www.arlam.com.mx/%C2%BFque-es-lamina-galvanizada/>

Higueras, E. (1998). *Urbanismo bioclimático*. Madrid: Faster.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación (30 de mayo de 2001). “Norma IRAM”. Obtenido de www.mecon.gov.ar: <http://www.mecon.gov.ar/concursos/biblio/SISTEMA%20DE%20GESTION%20DE%20CALIDAD%20ISO9001.pdf>

La casa sostenible (2015). “La casa sostenible”. Obtenido de <http://www.lacasasostenible.com/>: <http://www.lacasasostenible.com/>

La Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo (1987). “Nuestro futuro común”. Oxford University Press, pág. 4.

Mateco (2015). “Láminas termoacústicas”. Obtenido de <http://www.matecocr.com>: http://www.matecocr.com/laminas_thermoacusticas.htm

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2012). “Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana”. Obtenido de www.minambiente.gov.co: www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Sello_ambiental_colombiano/cartilla_criterios_amb_diseno_construc.pdf

Ministerio de Economía Dirección Nacional de Estadística y Censos (Octubre, 2009). Tomo V: *Características de las viviendas*. Obtenido de <http://www.censos.gob.sv>: <http://www.censos.gob.sv/util/datos/Resultados%20VI%20Censo%20de%20Poblaci%C3%B3n%20V%20de%20Vivienda%202007.pdf>

Ministerio de Fomento del Gobierno de España (2015). “Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas”. Obtenido de <http://www.fomento.gob.es>: <http://www.fomento.gob.es/NR/>

rdonlyres/3093A86A-128B-4F4D-8800-BE9A76D1D264/111504/
INDI_CIU_G_Y_M_tcm7177731.pdf

Ministerio de Vivienda Gobierno de España (Abril, 2010). “Libro Blanco de la Sostenibilidad en el planteamiento urbanístico español”. Obtenido de <http://habitat.aq.upm.es>: <http://habitat.aq.upm.es/lbl/a-lbl.es.pdf>

ONU Habitat (1996). “Conferencia sobre Desarrollo de Asentamientos Humanos. Habitat II”.

Paparelli, A.H. (22 de enero de 2007). “Diseños sustentables de conjuntos habitacionales”. Obtenido de www.revistas.uchile.cl: <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/INVI/article/viewFile/8776/8578>

Pladesemapesga (2015). “Los aspectos ambientales de la producción del cemento”. Obtenido de <http://pladesemapesga.com>: <http://pladesemapesga.com/descargas/anexonotadeprensa-efectos-ambientales-del%20clinker.pdf>

Rodman, D.M., & Lenssen, N. (1995). “A building revolution: How ecology and health concerns are transforming construction”. Worldwatch Institute.

Rossi, P. (Junio, 2015). “Los materiales de construcción y su impacto ambiental”. Obtenido de [www.ideasparaconstruir.com](http://ideasparaconstruir.com): <http://ideasparaconstruir.com/n/2858/los-materiales-de-construccion-y-su-impacto-ambiental.html>

Sistema de información de vivienda social (2015). “Tendencias del comportamiento de los sistemas constructivos en parque habitacional de El Salvador”. Obtenido de http://viviendasocial.vivienda.gob.sv/www/estadistica/wf_estadisticas.aspx?ide=4: http://viviendasocial.vivienda.gob.sv/www/estadistica/wf_estadisticas.aspx?ide=4

Spain Green Building Council (Noviembre, 2002). “LEED NC”. Obtenido de www.spaingbc.org: http://www.spaingbc.org/files/leed_nc_rs_v2_1_esp01.pdf

U.S. Department of Energy (24 de septiembre de 2014). “Solar Decathlon building code”. Obtenido de <http://www.solardecathlon.gov>: http://www.solardecathlon.gov/2015/assets/pdfs/2015_building_code.pdf

- U.S. Green Building Council (Octubre, 2009). «LEED 2009 para nueva construcción y grandes remodelaciones». Obtenido de www.spaingbc.org: <http://www.spaingbc.org/files/LEED%202009%20NC%20Nov%202008%20ESP.pdf>
- Unam, México (2015). «Arquitectura sostenible». Obtenido de www.reine.arq.unam.mx: http://reine.arq.unam.mx/VersionEspanol/Recursos/01Principal/Archivos_PDF_to_HTTP_2011/ArqSust15pp.pdf
- Universitat Jaume (17 de febrero de 2011). «Impactos ambientales del ciclo de vida de las baldosas cerámicas». Obtenido de <http://repositori.uji.es>: <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/41741/48978.pdf?sequence=1>
- Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (2008). «Déficit Habitacional». Obtenido de www.vivienda.gob.sv: http://www.vivienda.gob.sv/temas/otros%20documentos/Deficit_Vivienda_2008.pdf
- Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (Octubre, 2015). «Política de vivienda y hábitat El Salvador». Obtenido de <http://www.vivienda.gob.sv>: <http://www.vivienda.gob.sv/Archivos/pnvh/Pol%C3%ADticaNacionaldeViviendayH%C3%A1bitatdeElSalvadorVice.pdf>
- Vidal Vidales, A.C. (2010). «Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible. Fase I». San Salvador, El Salvador: Universidad Tecnológica de El Salvador.
- Zabalza Bribian, Ignacio e.a. (13 de enero de 2014). «Impacto de los materiales de construcción, análisis de ciclo de vida». Obtenido de www.ecohabitar.org: <http://www.ecohabitar.org/impacto-de-los-materiales-de-construccion-analisis-de-ciclo-de-vida/>

RECOPIACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES PUBLICADAS 2008-2015

PRODUCTO	COLECCIÓN
Curso de Derecho Penal Salvadoreño. Parte General Volumen III. Teoría de la ley penal. Miguel Alberto Trejo Escobar	Colección Jurídica
Etnografía de salvadoreños migrantes en Brentwood y Hempstead Nueva York Jorge Arturo Colorado Berrios	Facultad de Ciencias Sociales
Proyecto de registro y reconocimiento de sitios arqueológicos históricos de El Salvador (PAHES-UTEC) José Heriberto Erquicia Cruz	Facultad de Ciencias Sociales Escuela de Antropología
En defensa de la Patria. Historia del Conflicto Armado en El Salvador 1980-1992 General Humberto Corado Figueroa	
Las controversiales fichas de fincas salvadoreñas. Antecedentes, origen y final. José Luis Cabrera Arévalo	Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social. Escuela de Antropología
Recopilación Investigativa. Tomo I	Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social
Recopilación Investigativa. Tomo II	Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social
Recopilación Investigativa. Tomo III	Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social
Apuntes sobre Mercadeo moderno José A. Exprúa	
El Estado Constitucional Dr. Mario Antonio Solano Ramírez	Colección Jurídica
Las agrupaciones ilícitas como delincuencia organizada Leonardo Ramírez Murcia	Colección Jurídica
La mujer dormida. Novela corta Eduardo Badía Serra	Colección Literaria
Koot. Revista de museología No. 1	Museo Universitario de Antropología
De la ilusión al desencanto. Reforma económica en El Salvador 1989-2009 Juan Héctor Vidal	Colección Ciencias Sociales
Casa Blanca Chalchuapa, El Salvador. Excavación en la trinchera 4N Nobuyuki Ito	Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social. Escuela de Antropología

Recopilación Investigativa 2009. Tomo 1	Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social
Recopilación Investigativa 2009. Tomo 2	Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social
Recopilación Investigativa 2009. Tomo 3	Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social
El nuevo proceso civil y mercantil salvadoreño	Colección Jurídica
Koot. Revista de museología No. 2	Museo Universitario de Antropología
Discursos en el tiempo para graduados y otros temas educativos José Adolfo Araujo Romagoza	
Recopilación Investigativa 2010	Vicerrectoría de Investigación
Recopilación Investigativa 2010	Vicerrectoría de Investigación
Recopilación Investigativa 2010	Vicerrectoría de Investigación
Decisiones Dr. Jorge Bustamente	
Compendio Gramatical. José Braulio Galdámez	
Foro económico: El Salvador 2011	Colección Ciencias Sociales
La violencia social delincencial asociada a la salud mental en los salvadoreños. Investigación Dr. José Ricardo Gutiérrez Quintanilla	Vicerrectoría de Investigación
Recopilación de investigación 2011 Tomo I	Vicerrectoría de Investigación
Recopilación de investigación 2011 Tomo II	Vicerrectoría de Investigación
Recopilación de investigación 2011 Tomo III	Vicerrectoría de Investigación
Programa psicopreventivo de educación para la vida efectividad en adolescentes UTEC-PGR Ana Sandra Aguilar de Mendoza- Milton Alexander Portillo	Vicerrectoría de Investigación
El lenguaje delincencial en El Salvador. Braulio Galdámez	
Medicina tradicional entre los indígenas de Izalco, Sonsonate, El Salvador Beatriz Castillo	Colección Ciencias Sociales
Contenido y proyección del anteproyecto de constitución política de 1950. Dr. Alfredo Martínez Moreno	Colección Jurídica
Revista Koot No 3 Dr. Ramón Rivas	Museo Universitario de Antropología

<p>Causas de la participación del clero salvadoreño en el movimiento emancipador del 5 de noviembre de 1811 en El Salvador y la postura de las autoridades eclesiales del Vaticano ante dicha participación. Claudia Rivera Navarrete</p>	<p>Colección Investigaciones</p>
<p>Estudio Histórico proceso de independencia: 1811-1823 Tomo II Dr. José Melgar Brizuela</p>	<p>Colección Investigaciones</p>
<p>El Salvador insurgente 1811-1821 Centroamérica. Tomo III César A. Ramírez A.</p>	<p>Colección Investigaciones</p>
<p>Antropología en El Salvador. Recorrido histórico y descriptivo Dr. Ramón Rivas</p>	<p>Colección Ciencias Sociales</p>
<p>Representatividad y pueblo en las revueltas de principios del siglo XIX en las colonias hispanoamericanas Héctor Raúl Grenni Montiel.</p>	<p>Colección Investigaciones</p>
<p>Guía básica para la exportación de la Flor de Loroco, desde El Salvador hacia España, a través de las escuelas de hostelería del País Vasco. Álvaro Fernández Pérez</p>	<p>Colección Investigaciones</p>
<p>La regulación jurídico-penal de la trata de personas especial referencia a El Salvador y España Hazel Jasmin Bolaños Vásquez</p>	<p>Colección Investigaciones</p>
<p>Infancia y adolescencia en la prensa escrita, radio y televisión salvadoreña Camila Calles Minero Morena Azucena Mayorga</p>	<p>Colección Investigaciones</p>
<p>Participación científica de las mujeres en El Salvador Primera aproximación Camila Calles Minero</p>	<p>Colección Investigaciones</p>
<p>Mejores prácticas en preparación de alimentos en la micro y la pequeña empresa José Remberto Miranda Mejía</p>	<p>Colección Investigaciones No. 29</p>
<p>Evaluación de factores psicosociales de riesgo y de protección de violencia juvenil en El Salvador José Ricardo Gutiérrez Quintanilla</p>	<p>Colección Investigaciones No. 30</p>
<p>Historias, patrimonios e identidades en el municipio de Huizúcar, La Libertad, El Salvador José Heriberto Erquicia Cruz Martha Marielba Herrera Reina Ariana Ninel Pleitez Quiñónez</p>	<p>Colección Investigaciones No. 31</p>
<p>Condiciones socioeconómicas de preparación para la PAES de los estudiantes de Educación Media Saúl Campos Morán Paola María Navarrete</p>	<p>Colección Investigaciones No. 32</p>

<p>Inventario de las capacidades turísticas del municipio de Chiltiupán, departamento de La Libertad Lissette Cristalina Canales de Ramírez Carlos Jonatán Chávez Mejía Mario Antonio Aguilar Flores</p>	<p>Colección Investigaciones No. 33</p>
<p>Delitos relacionados con la pornografía en personas menores de 18 años. Especial referencia a las tecnologías de información y la comunicación como medio comisivo Hazel Jasmin Bolaños Vásquez Miguel Ángel Boldova Pasamar Carlos Fuertes Iglesias</p>	<p>Colección Investigaciones No. 34</p>
<p>Condiciones culturales de los estudiantes de educación media para el aprendizaje del idioma inglés Saúl Campos Morán Paola María Navarrete Julio Anibal Blanco</p>	<p>Colección Investigaciones No. 35</p>
<p>Valoración económica del recurso hídrico como un servicio ambiental de las zonas de recarga en las subcuencas del río Acelhuate José Ricardo Calles</p>	<p>Colección Investigaciones No. 36</p>
<p>Migración forzada y violencia criminal: Una aproximación teórico-práctica en el contexto actual Elsa Ramos</p>	<p>Colección Investigaciones No. 37</p>
<p>La prevención del maltrato en la escuela. Experiencia de un programa entre alumnos de educación media Ana Sandra Aguilar de Mendoza José Manuel Andreu Rodríguez María Elena Peña Fernández</p>	<p>Colección Investigaciones No. 38</p>
<p>Percepción del derecho a la alimentación en El Salvador. Perspectiva desde la biotecnología Carolina Lucero Morán Jeremías Ezequiel Yanes Densy Samuel Trejo Quintana</p>	<p>Colección Investigaciones No. 39</p>
<p>Publicidad y violencia de género en El Salvador Camila Calles Minero Francisca Guerrero Morena L. Azucena Hazel Bolaños</p>	<p>Colección Investigaciones No. 40</p>
<p>El domo el güegüecho y la evolución volcánica.San Pedro Perulapán (departamento de Cuscatlán), El Salvador. Primer informe Walter Hernández Guillermo E. Alvarado Brian Jicha Luis Mixco</p>	<p>Colección Investigaciones No. 41</p>

<p>Imaginario colectivo, movimientos juveniles y cultura ciudadana juvenil en El Salvador Saúl Campos Morán Paola María Navarrete Carlos Felipe Osegueda</p>	<p>Colección Investigaciones No. 42</p>
<p>Evaluación del sistema integrado de escuela inclusiva de tiempo pleno implementado por el Ministerio de Educación de El Salvador (Estudio en las comunidades educativas del municipio de Zaragoza del departamento de La Libertad) Mercedes Carolina Pinto Benítez Julio Anibal Blanco Escobar Guillermo Alberto Cortez Arévalo Wilfredo Alfonso Marroquín Jiménez Luis Horaldo Romero Martínez</p>	<p>Colección Investigaciones No. 43</p>
<p>Estudio de buenas prácticas en clínica de psicología. Caso Utec Edgardo Chacón Andrade Sandra Beatriz de Hasbún Claudia Membreño Chacón</p>	<p>Colección Investigaciones No. 44</p>
<p>Aplicación de una función dosis-respuesta para determinar los costos sociales de la contaminación hídrica en la microcuenca del río Las Cañas, San Salvador, El Salvador José Ricardo Calles Hernández</p>	<p>Colección Investigaciones No. 45</p>
<p>Aplicación de buenas prácticas de negocio (pequeña y mediana empresa de los municipios de San Salvador, Santa Tecla y Soyapango en El Salvador) Vilma Elena Flores de Ávila Blanca Ruth Gálvez Rivas Rosa Patricia Vásquez de Alfaro</p>	<p>Colección Investigaciones No. 46</p>
<p>Modelo de reactivación y desarrollo para cascos urbanos Coralía Rosalía Muñoz Márquez</p>	<p>Colección Investigaciones No. 48</p>
<p>Historia, patrimonio e identidades en el municipio de Comasagua, La Libertad, El Salvador José Heriberto Erquicia Cruz Martha Marielba Herrera Reina</p>	<p>Colección Investigaciones No. 49</p>
<p>El derecho humano al agua en El Salvador y su impacto en el sistema hídrico Sandra Elizabeth Majano Carolina Lucero Morán Dagoberto Arévalo Herrera</p>	<p>Colección Investigaciones No. 50</p>

<p>El contexto familiar asociado al comportamiento agresivo en adolescentes de San Salvador José Ricardo Gutiérrez Quintanilla Delmi García Díaz María Elisabet Campos Tomasino,</p>	<p>Colección Investigaciones No. 52</p>
<p>Análisis del tratamiento actual de las lámparas fluorescentes, nivel de contaminantes y disposición final José Remberto Miranda Mejía Samuel Martínez Gómez John Figerald Kenedy Hernández Miranda</p>	<p>Colección Investigaciones No. 53</p>
<p>Niñas, niños, adolescentes y mujeres en la ruta del migrante</p>	<p>Colección Investigaciones No. 54</p>
<p>Práctica de prevención del abuso sexual a través del funcionamiento familiar Ana Sandra Aguilar de Mendoza Ivett Idayary Camacho Lazo José Manuel Andreu María Elena de la Peña Fernández</p>	<p>Colección Investigaciones No. 55</p>
<p>Desplazamiento interno forzado y su relación con la migración internacional Elsa Ramos</p>	<p>Colección Investigaciones No. 56</p>
<p>Monografía cultural y socioeconómica del cantón Los Planes de Renderos Saúl Enrique Campos Morán Paola María Navarrete Gálvez Carlos Felipe Osegueda Osegueda Julio Anibal Blanco Escobar Melissa Regina Campos Solórzano</p>	<p>Colección Investigaciones No. 57</p>

RECOPIACIÓN DE COLECCIONES “CUADERNILLOS” 2008-2014

TITULO	COLECCIÓN
El método en la investigación. Breve historia del derecho internacional humanitario desde el mundo antiguo hasta el tratado de Utrecht Colección de Derecho No. 1 Dr. Jaime López Nuila Lic. Aldonov Frankeko Álvarez Ferrufino	Colección de Derecho
Modo de proceder en el recurso de casación en materias: civiles, mercantiles y de familia Colección de Derecho No. 2 Dr. Guillermo Machón Rivera	Colección de Derecho
La administración de justicia y la elección de los magistrados de la corte suprema de justicia luego de los acuerdos de paz Colección de Derecho No. 3 Lic. Rene Edgardo Vargas Valdez	Colección de Derecho
La Proyección Social una propuesta práctica Colección Cuaderno No. 1 Lic. Carlos Reynaldo López Nuila	Rectoría Adjunta
Hacia una nueva cultura jurídica en materia procesal civil y mercantil Colección de Derecho No. 4 Lic. Juan Carlos Ramírez Cienfuegos	Colección de Derecho
La educación: ¿derecho natural o garantía fundamental? Dr. Jaime López Nuila	Colección de Derecho
Realidad Nacional 1 Lic. Rene Edgardo Vargas Valdez Lic. Aldonov Frankeko Álvarez	Colección Ciencias Sociales
Realidad Nacional 2 Lic. Rene Edgardo Vargas Valdez Lic. Aldonov Frankeko Álvarez	Colección Ciencias Sociales
Realidad Nacional 3 Lic. Rene Edgardo Vargas Valdez Lic. Aldonov Frankeko Álvarez	Colección Ciencias Sociales
Realidad Nacional 4 Lic. Rene Edgardo Vargas Valdez Lic. Aldonov Frankeko Álvarez	Colección Ciencias Sociales
Realidad Nacional 5 Lic. Rene Edgardo Vargas Valdez Lic. Aldonov Frankeko Álvarez	Colección Ciencias Sociales

<p>Realidad Nacional 6 Lic. Rene Edgardo Vargas Valdez Lic. Aldonov Frankeko Álvarez</p>	<p>Colección Ciencias Sociales</p>
<p>Realidad Nacional 7 Lic. Rene Edgardo Vargas Valdez Lic. Aldonov Frankeko Álvarez</p>	<p>Colección Ciencias Sociales</p>
<p>Obstáculos para una investigación social orientada al desarrollo Colección de Investigaciones Dr. José Padrón Guillen</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>
<p>Estructura familia y conducta antisocial de los estudiantes en Educación Media Colección de Investigaciones No. 2 Luis Fernando Orantes Salazar</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>
<p>Prevalencia de alteraciones afectivas: depresión y ansiedad en la población salvadoreña Colección de Investigaciones No. 3 José Ricardo Gutiérrez</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>
<p>Violación de derechos ante la discriminación de género. Enfoque social Colección de Investigaciones No. 4 Elsa Ramos</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>
<p>Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible. Fase I Colección de Investigaciones No. 5 Ana Cristina Vidal Vidales</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>
<p>Importancia de Iso indicadores y la medición del quehacer científico Colección de Investigaciones No. 6 Noris López de Castaneda</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>
<p>Situación de la educación superior en El Salvador Colección de Investigaciones No. 1 Lic. Carlos Reynaldo López Nuila</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>
<p>La violencia social delincencial asociada a la salud mental. Colección de Investigaciones No. 7. Lic. Ricardo Gutiérrez Quintanilla</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>
<p>Estado de adaptación integral del estudiante de educación media de El Salvador Colección de Investigaciones No. 8 Luis Fernando Orantes</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>
<p>Aproximación etnográfica al culto popular del Hermano Macario en Izalco, Sonsonate, El Salvador. Colección de Investigaciones No. 9 José Heriberto Erquicia Cruz</p>	<p>Vicerrectoría de Investigación</p>

<p>La televisión como generadora de pautas de conducta en los jóvenes salvadoreños Colección de Investigaciones No. 10 Edith Ruth Vaquerano de Portillo Domingo Orlando Alfaro Alfaro</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Violencia en las franjas infantiles de la televisión salvadoreña y canales infantiles de cable Colección de Investigaciones No. 11 Camila Calles Minero Morena Azucena Mayorga Tania Pineda</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Factores que influyen en los estudiantes y que contribuyeron a determinar los resultados de la PAES 2011 Colección de Investigaciones No. 12 Saúl Campos Blanca Ruth Orantes</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Responsabilidad legal en el manejo y disposición de desechos sólidos en hospitales de El Salvador Colección de Investigaciones No. 13 Carolina Lucero Morán</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Obrajes de añil coloniales de los departamentos de San Vicente y La Paz, El Salvador Colección de Investigaciones No. 14 José Heriberto Erquicia Cruz</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>San Benito de Palermo: elementos afrodescendientes en la religiosidad popular en El Salvador. Colección de Investigaciones No. 16 José Heriberto Erquicia Cruz y Martha Marielba Herrera Reina</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Formación ciudadana en jóvenes y su impacto en el proceso democrático de El Salvador Colección de Investigaciones No. 17 Saúl Campos</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Turismo como estrategia de desarrollo local. Caso San Esteban Catarina. Colección de Investigaciones No. 18 Carolina Elizabeth Cerna, Larissa Guadalupe Martín y José Manuel Bonilla Alvarado</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Conformación de clúster de turismo como prueba piloto en el municipio de Nahuizalco. Colección de Investigaciones No. 19 Blanca Ruth Galvez García, Rosa Patricia Vásquez de Alfaro, Juan Carlos Cerna Aguiñada y Oscar Armando Melgar.</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Mujer y remesas: administración de las remesas. Colección de Investigaciones No. 15 Elsa Ramos</p>	Vicerrectoría de Investigación

<p>Estrategias pedagógicas implementadas para estudiantes de educación media Colección de Investigaciones No. 21 Ana Sandra Aguilar de Mendoza</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Participación política y ciudadana de la mujer en El Salvador Colección de Investigaciones No. 20 Saúl Campos Morán</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Estrategia de implantación de clúster de turismo en Nahuizalco (Propuesta de recorrido de las cuatro riquezas del municipio, como eje de desarrollo de la actividad turística) Colección de Investigaciones No. 22 Blanca Ruth Gálvez Rivas Rosa Patricia Vásquez de Alfaro Óscar Armando Melgar Nájera</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Fomento del emprendedurismo a través de la capacitación y asesoría empresarial como apoyo al fortalecimiento del sector de la Mipyme del municipio de Nahuizalco en el departamento de Sonsonate. Diagnóstico de gestión. Colección de Investigaciones No. 23 Vilma Elena Flores de Ávila</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Proyecto migraciones nahua-pipiles del postclásico en la Cordillera del Bálsamo Colección de Investigaciones No. 24 Marlon V. Escamilla William R. Fowler</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Transnacionalización de la sociedad salvadoreña, producto de las migraciones Colección de Investigaciones No. 25 Elsa Ramos</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Imaginario y discursos de la herencia afrodescendiente en San Alejo, La Unión, El Salvador Colección de Investigaciones No. 26 José Heriberto Erquicia Cruz Martha Marielba Herrera Reina Wolfgang Effenberger López</p>	Vicerrectoría de Investigación
<p>Metodología para la recuperación de espacios públicos Colección de Investigaciones No. 27 Ana Cristina Vidal Vidales Julio César Martínez Rivera</p>	Vicerrectoría de Investigación

Resumen de Hoja de Vida

Coralia Rosalía Muñoz. Es Arquitecta, Máster en Administración de Empresas. En el campo profesional se ha desempeñado como Gerente de Mercadeo, Gerente de Merchandising, Gerente de Operaciones y Gerente de Asociación Civil; en el campo académico ha sido jurado de tesis y actualmente, investigadora asociada. En el pasado fue conferencista por parte de empresas privadas en temas relacionados con nuevas tecnologías en la construcción y arquitectura sustentable. Ha coordinado programas relacionados con capacitación técnica, Normas ISO 9001 2008, higiene y seguridad ocupacional, estructura organizacional, además de haber diseñado manuales de comunicación, y de seguridad y salud ocupacional.

El deterioro actual del medio ambiente está alcanzando niveles cada vez más alarmantes. Aunque existen esfuerzos significativos en diferentes áreas de la arquitectura y la construcción, la vivienda urbana edificada por el sector formal ha comenzado su migración hacia nuevas propuestas en forma muy lenta.

Los costos elevados de las propuestas sostenibles y el rechazo del usuario a esquemas y sistemas constructivos no tradicionales son algunas de las variables que limitan el avance hacia alternativas que brinden las condiciones que un usuario espera de una vivienda, sin elevar su costo sustancialmente, reduciendo su impacto ambiental.

Esta investigación pretende salvar la brecha existente entre las diferentes alternativas de arquitectura y construcción sostenible con la oferta actual de vivienda urbana formal, presentando aquellos cambios factibles de implementar en las propuestas de proyectos habitacionales, específicamente en los que están dirigidos a los sectores de menor poder adquisitivo.

En una primera etapa, la investigación definirá el modelo a nivel de diseño arquitectónico y funcionalidad. En una segunda, evaluará las alternativas de materiales y sistemas constructivos y su costo, para finalmente desarrollar y evaluar un prototipo.

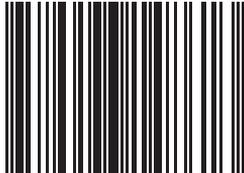
Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social

Edificio Dr. José Adolfo Araujo Romagoza,
Calle Arce y 19.^a Avenida Sur No. 1045, 2.º nivel
San Salvador, El Salvador, C. A.

Tel.: 2275-1011

vicerectoriadeinvestigacion@utec.edu.sv

ISBN 978-99961-48-61-3



9 789996 148613 >

