

El ecobarrio como modelo de urbanización sostenible: análisis de Vauban y su aplicación en barrios mexicanos

The eco-neighborhood as a model of sustainable urbanization: Analysis of Vauban and its application in Mexican neighborhoods

López García, Ana Karen (1)

Pertenencia institucional

(1) Universidad Autónoma de Querétaro, México.

Correspondencia

alopez194@alumnos.uaq.mx

ORCID

López García
0009-0002-4639-9267

Resumen

Esta investigación analiza el ecobarrio Vauban, en Alemania, como ejemplo análogo de urbanización sostenible, destacando sus estrategias en separación de residuos, uso de energía limpia, transporte eficiente, huertos urbanos y cohesión social. Se contrasta este modelo con los barrios en México, donde, a pesar de contar con espacio y recursos en muchos casos, estas prácticas no se implementan de manera efectiva. A través de encuestas y entrevistas realizadas a expertos en sostenibilidad y arquitectura, se identificaron barreras y oportunidades para la adopción de estrategias similares en el contexto mexicano. Los resultados ofrecen una comprensión más profunda de los desafíos actuales y presentan propuestas para fomentar la transición hacia comunidades más sostenibles en México.

Palabras clave:

Agenda 2030; Barrios mexicanos; Ecobarrio; Vivienda sustentable

Abstract

This study examines Germany's Vauban eco-neighborhood as a comparable case of sustainable urbanization, emphasizing its approaches to social cohesiveness, waste separation, clean energy use, functional transportation, and urban gardens. This concept is contrasted with Mexican neighborhoods, where these practices are often not applied effectively despite having resources and space. Experts in architecture and sustainability were surveyed and interviewed in order to identify opportunities and obstacles to the implementation of similar solutions in the Mexican setting. The findings offer suggestions for promoting Mexico's shift to more sustainable communities as well as a greater comprehension of the current challenges.

Key words:

Agenda 2030; Mexican neighborhoods; Eco-neighborhood; Sustainable housing

EL ECOBARRIO COMO MODELO DE URBANIZACIÓN SOSTENBLE: ANÁLISIS DE VAUBAN Y SU APLICACIÓN EN BARRIOS MEXICANOS.

Ana Karen López García

alopez194@alumnos.uaq.mx

RESUMEN:

Esta investigación analiza el ecobarrio Vauban, en Alemania, como ejemplo análogo de urbanización sostenible, destacando sus estrategias en **separación de residuos, uso de energía limpia, transporte eficiente, huertos urbanos y cohesión social**. Se contrasta este modelo con los barrios en México, donde, a pesar de contar con espacio y recursos en muchos casos, estas prácticas no se implementan de manera efectiva. A través de encuestas y entrevistas realizadas a expertos en sostenibilidad y arquitectura, se identificaron barreras y oportunidades para la adopción de estrategias similares en el contexto mexicano. Los resultados ofrecen una comprensión más profunda de los desafíos actuales y presentan propuestas para fomentar la transición hacia comunidades más sostenibles en México.

PALABRAS CLAVE:

Agenda 2030, Barrios mexicanos, Ecobarrio, Vivienda sustentable.

ABSTRACT:

This study examines Germany's Vauban eco-neighborhood as a comparable case of sustainable urbanization, emphasizing its approaches to social cohesiveness, waste separation, clean energy use, functional transportation, and urban gardens. This concept is contrasted with Mexican neighborhoods, where these practices are often not applied effectively despite having resources and space. Experts in architecture and sustainability were surveyed and interviewed in order to identify opportunities and obstacles to the implementation of similar solutions in the Mexican setting. The findings offer suggestions for promoting Mexico's shift to more sustainable communities as well as a greater comprehension of the current challenges.

KEY WORDS:

Agenda 2023, Mexican neighborhoods, Eco-neighborhood, Sustainable housing.

INTRODUCCIÓN:

México, como país en vías de desarrollo, ha comenzado a implementar diversas técnicas de sustentabilidad en los últimos años. Sin embargo, el alcance de estas iniciativas ha sido limitado debido a la falta de una organización eficiente y un conocimiento integral en la materia. Un claro ejemplo de esto es el manejo de residuos sólidos: en lugar de contar con un sistema de recolección diferenciado por tipo de desecho, el país opera mayoritariamente con un modelo generalizado que lleva los residuos mezclados a basureros convencionales, perdiendo oportunidades de reciclaje y compostaje. (Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, 2020)

En cuanto a energías renovables, algunos municipios han distribuido calentadores solares de manera gratuita, pero esta práctica no es tan extendida como en otros países con sistemas análogos. Además, tecnologías como paneles solares o sistemas de captación de agua de lluvia representan una inversión económica significativa que está fuera del alcance de la mayoría de la población. Por otro lado, la creación de huertos urbanos, aunque representa una solución prometedora para fomentar la autosuficiencia alimentaria y fortalecer la cohesión social, enfrenta obstáculos derivados de la falta de organización comunitaria en muchos barrios del país.

Mientras tanto, en otras naciones se están desarrollando e implementando estrategias de sustentabilidad altamente viables tanto en la arquitectura como en el urbanismo. Un ejemplo destacado es Vauban, Alemania, conocida como "la ciudad del futuro", que integra un enfoque holístico para reducir su impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de sus habitantes (*Barrio de Vauban: la ciudad del futuro está en Friburgo*, s/f).

Este artículo busca analizar dichas estrategias y proponer adaptaciones para los barrios ya consolidados en México, donde la falta de acceso a estas soluciones podría transformarse en beneficios económicos, sociales y, sobre todo, ambientales mediante la implementación del modelo de ecobarrios.

ANÁLISIS DE EJEMPLO ANÁLOGO:

Como parte de este estudio, se realizó una investigación comparativa de varios ecobarrios reconocidos a nivel mundial, entre ellos BedZED en Londres, San Antonio en Colombia (considerado el único ecobarrio en Latinoamérica) y Vauban, en Friburgo, Alemania. (*Seis casos de éxito de ecobarrios sostenibles | Connections by Finsa, s/f*). Este último destaca por su avanzada organización y enfoque sostenible, convirtiéndose en un referente clave para este análisis.

Vauban, conocido como "la ciudad del futuro", se ubica en Friburgo, una ciudad que desde los años 70 ha liderado esfuerzos en sostenibilidad urbana. Este barrio combina una planificación urbana innovadora con un enfoque comunitario, priorizando la calidad de vida de sus habitantes a través de soluciones arquitectónicas, sociales y ambientales.

Entre las características sobresalientes de Vauban se encuentra su sistema de transporte, que promueve la movilidad sostenible mediante una eficiente red de tranvías, carriles exclusivos para bicicletas y amplias zonas peatonales. Los vehículos motorizados tienen un acceso restringido al barrio y deben estacionarse en áreas designadas fuera del núcleo residencial, lo que reduce significativamente la contaminación y mejora la calidad del aire. Además, cuenta con más de 600 hectáreas de áreas verdes y 160 zonas de juegos, elementos que fomentan la interacción comunitaria y el bienestar de los habitantes.

A nivel arquitectónico, Vauban destaca por sus edificios energéticamente eficientes. Más de 100 edificaciones generan más energía de la que consumen, mientras que otras 45 construcciones cumplen con los estándares Passivhaus, diseñadas para aprovechar al máximo la orientación solar, la ventilación natural y el aislamiento térmico. Estas prácticas no solo reducen el consumo energético, sino que también disminuyen los costos a largo plazo. (Fastenrath & Braun, 2018)

En cuanto a la gestión de recursos, el ecobarrio implementa sistemas de reciclaje de residuos orgánicos y reutilización de aguas grises para el riego de jardines. Estas medidas, sumadas a la presencia de espacios verdes y la limitada circulación vehicular, han contribuido a la excelente calidad del aire en el área.

La historia de Friburgo es un aspecto clave para entender el éxito de Vauban. Desde la década de 1970, movimientos sociales liderados por activistas medioambientales y antinucleares influyeron en la adopción de políticas sostenibles. Estos esfuerzos,

inicialmente impulsados desde la base, llevaron al establecimiento de regulaciones energéticas locales que superaron los estándares nacionales.

Por un lado, las iniciativas ciudadanas y la experimentación en pequeños nichos fueron esenciales en las primeras etapas, mientras que, por otro lado, la voluntad política y las políticas municipales garantizaron la institucionalización de estas prácticas. Esta interacción entre actores locales y autoridades es un ejemplo de cómo las transiciones urbanas hacia la sostenibilidad requieren una coevolución de acciones sociales, económicas e institucionales (Fastenrath & Braun, 2018).

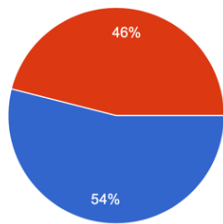
Vauban, como ejemplo análogo, ofrece valiosas lecciones para la adaptación del modelo de ecobarrios en México. Su éxito demuestra la importancia de la organización comunitaria, el diseño participativo y el compromiso político para superar barreras sociales y económicas; elementos que podrían replicarse en barrios ya establecidos del contexto mexicano.

ENCUESTAS:

Se llevó a cabo una encuesta a través de Google Forms, diseñada con una serie de preguntas cerradas y una última pregunta abierta para recibir comentarios adicionales. La encuesta fue respondida por 63 personas residentes en México y tuvo como objetivo identificar las prácticas ambientales que ya se implementan en el país, así como aquellas que los participantes consideran viables para aplicar en sus viviendas. Estas encuestas fueron respondidas principalmente por jóvenes, con un 72% de los participantes en el rango de edad de 18 a 29 años. Esto permitió obtener una visión más amplia sobre las prácticas ambientales actuales, además de proponer recomendaciones alineadas con preferencias y necesidades de la población joven, fomentando así su aceptación y utilidad.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de las encuestas realizadas, comenzando por aquellas que brindan un diagnóstico actual de las viviendas.

¿Separan los residuos en tu hogar?
63 respuestas

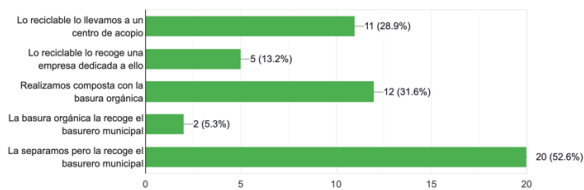


● Si
● No

Gráfica 01.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

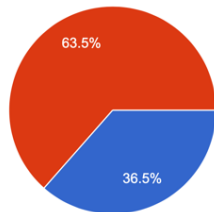
Si separan residuos, ¿qué hacen con ellos?
38 respuestas



Gráfica 02.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

¿Tienes o utilizas un calentador solar?
63 respuestas

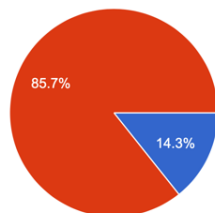


● Si
● No

Gráfica 03.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

¿Tienes paneles solares instalados?
63 respuestas

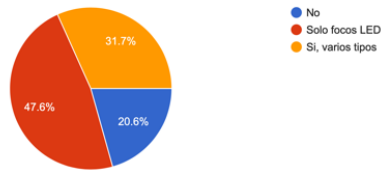


● Si
● No

Gráfica 04.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

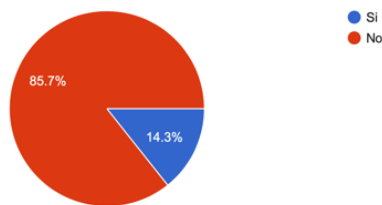
¿En tu hogar cuentan con electrodomésticos o dispositivos ahorradores de energía o agua (por ejemplo, focos LED, regaderas ahorradoras)?
63 respuestas



Gráfica 05.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

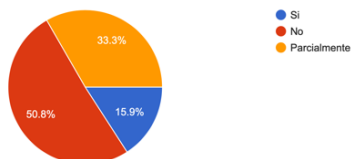
¿Tienen un huerto urbano o espacio dedicado a plantas comestibles?
63 respuestas



Gráfica 06.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

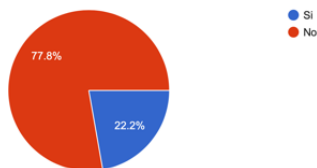
¿Consideras que tu entorno favorece el uso de estos? Tanto en las calles, espacios a los que te desplazas o espacio habitacional en el que vives (como espacios seguros para dejarlos)
63 respuestas



Gráfica 07.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

¿Utilizas bicicleta u otros medios no motorizados para tus actividades cotidianas?
63 respuestas

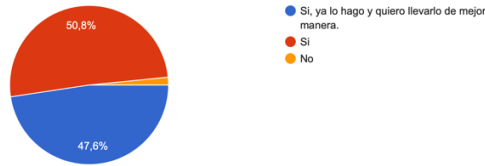


Gráfica 08.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

A continuación, se muestran los gráficos correspondientes a las entrevistas realizadas específicamente en la sección que aborda la disposición hacia la implementación de estrategias sustentables en la vivienda.

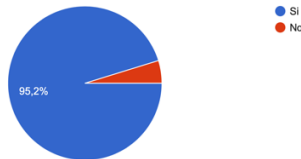
¿Estarías dispuesto/a a separar los residuos si no lo haces actualmente?
63 respuestas



Gráfica 09.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

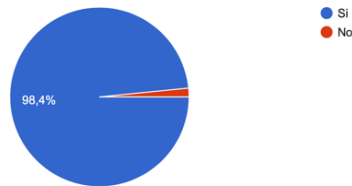
¿Considerarías instalar un calentador solar en tu hogar si el costo fuera accesible?
63 respuestas



Gráfica 10.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

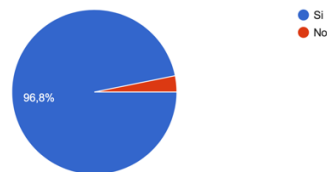
¿Te interesaría instalar paneles solares si el costo fuera accesible?
63 respuestas



Gráfica 11.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

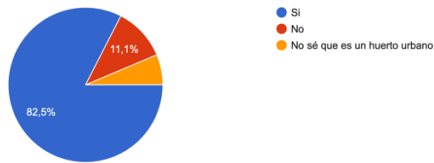
¿Estarías dispuesto/a a utilizar un sistema de captación de agua de lluvia si tu vivienda lo permite?
63 respuestas



Gráfica 12.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

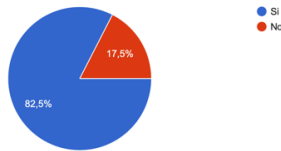
¿Te gustaría implementar un huerto urbano en tu hogar?
63 respuestas



Gráfica 13.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

¿Estarías dispuesto/a a usar bicicleta u otro medio no motorizado más seguido si tu entorno lo facilita (ciclo vías, seguridad)?
63 respuestas



Gráfica 14.

Elaboración propia basada en los resultados de una encuesta realizada mediante Google Forms (López, 2024).

ANÁLISIS DE ENCUESTAS Y COMPARACIÓN CON EL CASO ANÁLOGO DE VAUBAN Y LOS BARRIOS MEXICANOS:

Después de obtener los resultados de las encuestas, se identificaron aspectos clave que pueden guiar la implementación de estrategias ambientales. Uno de ellos es la separación de residuos: el 54% de las viviendas encuestadas separa la basura, pero de estos, el 53% entrega los desechos al servicio de recolección municipal, donde solo en algunos municipios de la CDMX se realiza una separación adecuada. En muchos estados, esta práctica sigue ausente.

En cuanto al clima, México presenta ventajas significativas frente a Alemania, con seis horas adicionales de sol y casi el doble de radiación solar, lo que favorece el aprovechamiento de la energía solar (*Radiación solar en México – Amevec, s/f*)(*Horas de luz solar en Freiburg (Alemania) - Año 2024, s/f*). A pesar de esto, los resultados de las encuestas revelaron que solo el 36% de los participantes cuentan con un calentador solar, Y únicamente el 14% dispone de paneles solares. La principal barrera identificada para su adopción es el costo asociado a la compra e instalación de estos dispositivos. Sin embargo, mas del 95% de los encuestados manifestaron su disposición a instalarlos si estos fueran más accesibles económicamente (López, 2024).

La diversidad de cultivos para huertos urbanos de bajo costo y fácil mantenimiento representa una ventaja significativa en México, gracias a su clima favorable y acceso económico a una amplia variedad de frutas y verduras. Muchas de estas se encuentran fácilmente en mercados locales o incluso en árboles en las calles. Asimismo, las plantas aromáticas son especialmente fáciles de cultivar incluso en macetas. Sin embargo, las encuestas revelaron que solo el 14% de los encuestados posee un huerto en casa, aunque el 82% manifestó interés en tener uno. Esto sugiere que, al ofrecer ideas y opciones prácticas para la creación de huertos urbanos o domésticos, sería posible fomentar su adopción. Para ello, sería clave desarrollar propuestas adaptadas a diferentes tipologías de vivienda, maximizando así su viabilidad y aceptación.

Otro aspecto analizado en la investigación fue la captación de agua de lluvia. Según las encuestas, el 82% de los participantes estaría dispuesto a implementar un sistema de captación pluvial. Sin embargo, su viabilidad económica varía según la región, ya que en algunos estados del país (particularmente aquellos con baja precipitación), el retorno de inversión no es tan rápido. Por el contrario, en ciertas áreas de México, este sistema representa una solución más beneficiosa debido a las condiciones climáticas favorables (Clima: Los 5 estados más lluviosos de México, s/f). Además, la captación de agua de lluvia no es la única estrategia para el cuidado del recurso hídrico. Métodos como el tratamiento de aguas grises ofrecen alternativas sostenibles, permitiendo reutilizar el agua para usos no potables, como el riego de jardines o el abastecimiento del inodoro. Estos sistemas tienen la ventaja de ser aplicables en todo el país. Los resultados de la encuesta también sugieren que la mayoría de las personas estarían dispuestas a adoptar estas tecnologías si se les ofrecieran opciones económicamente accesibles y con un retorno de inversión razonable.

Por último, las encuestas revelaron que el 77% de los encuestados no utiliza medios de transporte no motorizados en sus actividades cotidianas, principalmente debido a que el entorno urbano no lo facilita. Sin embargo, el 82% de los participantes expresó que estaría dispuesto a incorporarlos en su rutina diaria si existieran las condiciones adecuadas para ello. Aunque en este aspecto existe una desventaja en comparación con el modelo de urbanización de Vauban, donde la distribución urbana y el sistema vial están diseñados para

priorizar la movilidad sostenible, es posible implementar mejoras tanto desde la vivienda como en la infraestructura urbana. Estas modificaciones podrían fomentar el uso de medios no motorizados, promoviendo entornos mas accesibles y sostenibles.

Aunque Alemania cuenta con una sólida educación ambiental como país desarrollado, esto no impide que en México se puedan implementar cambios efectivos. Comunicar claramente los beneficios ambientales y económicos individuales y nacionales de estas estrategias puede incentivar su adopción.

DESARROLLO DE RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones propuestas abarcan tanto soluciones individuales como acciones que involucran a las instituciones gubernamentales. En cuanto a la recolección de residuos, es fundamental exigir a los municipios la implementación de servicios de separación de basura. No obstante, esto requiere una mayor responsabilidad social, pues muchos ciudadanos carecen de incentivos y educación sobre el manejo de residuos. Por ello, es necesario promover la educación ambiental en escuelas, talleres públicos y mediante campañas informativas, para exigir la separación en los hogares. Además, se debe hacer un llamado a las autoridades para modificar dinámicas y realizar las inversiones necesarias.

En el ámbito del transporte no motorizado, se requiere educación vial para garantizar la seguridad de peatones y ciclistas, aspecto que muchas veces no se aborda de manera adecuada. También es necesario exigir a los gobiernos municipales la instalación de espacios seguros para bicicletas, ya que actualmente muchos racks son inseguros o están mal ubicados, lo que fomenta el robo. Asimismo, debe impulsarse la construcción de ciclovías funcionales y la implementación de sistemas de préstamo de bicicletas.

Respecto a las energías renovables, se sugiere que todos los municipios asignen recursos para la instalación de tecnologías como los calentadores solares, que ofrecen grandes beneficios incluso si no se aplican en todas las viviendas. Además, se debe promover el uso de focos ahorradores mediante entregas o descuentos.

Si bien estas recomendaciones podrían mejorar los resultados medioambientales, su implementación efectiva en México requerirá una organización social robusta. Aunque existen ejemplos internacionales como el ecobarrio en Alemania, donde se lograron cambios gracias a la organización comunitaria, el proceso será más lento en países en vías de desarrollo.

Por lo tanto, se proponen soluciones que involucren tanto al sector privado como opciones accesibles para diferentes tipos de viviendas en México, por ello, las estrategias se clasifican en cuatro categorías principales: separación de residuos, uso de energía limpia, transporte eficiente y huertos urbanos. Cada categoría incluye recomendaciones específicas, adaptadas tanto para viviendas independientes fuera de fraccionamientos como para aquellas ubicadas dentro de fraccionamientos o condominios. En el caso de las viviendas en fraccionamientos, se desarrolló un ejemplo aplicado a un conjunto residencial de 92 viviendas, ubicado en el centro histórico de la ciudad de Querétaro. Este caso busca proporcionar un análisis más concreto, incluyendo cálculo de costos, beneficios y una propuesta más sólida y realista.

1) Recomendación para separación y recolección de residuos:

a) En fraccionamientos:

En este contexto, se propone iniciar con alguna plática y/o taller realizado por especialistas dentro del fraccionamiento, para así socializar e informar de las sugerencias y cambios que se harán dentro de este.

Posterior a ello, se sugiere la implementación de un espacio designado para la correcta disposición de cada tipo de residuo, señalizado de manera clara y específica mediante señalética adecuada.



Imagen 1: Contenedores personalizados (*Recolección De Basura - Grupo Resica, s/f*)



Imagen 2: Etiquetas de línea (*Contenedores en Islas de Reciclaje, s/f*)

Para garantizar el cumplimiento de la separación de residuos, se sugiere establecer un sistema de vigilancia acompañado de sanciones internas que promuevan su correcta ejecución. Una vez realizada la separación, sería necesario contratar un servicio especializado de recolección. En México, existen diversas empresas dedicadas a esta labor, cuya disponibilidad y características varía según el estado. Es importante considerar que la mayoría de estos servicios implican un costo, el cual está directamente relacionado con la cantidad de residuos y la ubicación.

Se llevó a cabo un análisis de costos asociado a este tipo de recolección de residuos, tomando en cuenta como referencia una empresa ubicada en Querétaro (*Recolección De Basura - Grupo Resica, s/f*). El estudio se enfocó en un fraccionamiento conformado por 92 residencias, con un promedio de 3 habitantes por vivienda (revisar **Tabla1**)

RESIDENCIAS		CANTIDAD DE BASURA		PRECIO DE LA EMPRESA POR RECOLECCIÓN	
CANT. DE RESIDENCIAS	PERSONAS POR RESIDENCIA	AL DÍA POR PERSONA	A LA SEMANA EN TOTAL DE PERSONAS	1 DÍA A LA SEMANA	X CANTIDAD DE DIAS NECESARIOS
92	3	0.77	1487.64	Kg	Falta respuesta de la empresa

Tabla 1. Elaboración propia con base en cálculos realizados en Excel (*López, 2024*) y datos obtenidos de: (*En promedio, cada persona genera diario 994 gramos de basura en México: CRIM-UNAM – La Crónica de Hoy México, s/f*)

Una vez calculado el gasto semanal destinado a la recolección de residuos, esta se multiplica por 4, correspondiente al número de semanas en un mes. El resultado se distribuye entre las 92 viviendas del fraccionamiento, obteniendo un costo mensual por

vivienda de \$82. Considerando que la cuota de mantenimiento mensual en el fraccionamiento es de \$750, el incremento equivale al %10.93 de la cuota mensual.

En el caso de basura orgánica, se propone una estrategia específica, que consiste en la implementación de un contenedor de compostaje. Este contenedor debe contar con instrucciones simples, como añadir tierra u hojas cada vez que se incorpore material orgánico, permitiendo así la generación de composta útil para jardines o áreas verdes dentro del fraccionamiento.

Es fundamental que este proceso se lleve a cabo con un manejo controlado para prevenir la propagación de plagas. Además, se debe planificar la ubicación del contenedor para garantizar su funcionalidad y evitar inconvenientes. Con el espacio adecuado y un manejo eficiente de los residuos, es posible producir composta de alta calidad, beneficiando tanto áreas verdes como posibles espacios de cultivo dentro del fraccionamiento.

b) En casas fuera de fraccionamientos:

En la mayoría de los municipios en México existen centro de acopio que reciben diversos tipos de residuos reciclables como papel, cartón, plástico, vidrio y metales. No obstante, su aprovechamiento sigue siendo limitado debido a la falta de una cultura consolidada de separación de residuos en origen y a la escasa información disponible para la ciudadanía. Por ello, se recomienda la implementación de campañas informativas y de concientización que promuevan activamente la separación de residuos desde hogares, destacando sus beneficios ambientales, económicos y sociales, con el fin de motivar a las familias a llevar sus residuos separados a los centro de acopio establecidos.

Adicionalmente, se sugiere fomentar modelos de organización vecinal que permitan contratar de forma colectiva servicios particulares de recolección diferenciada de residuos reciclables. Esta estrategia, además de facilitar la correcta disposición de los materiales, fortalecería el sentido de corresponsabilidad entre los habitantes de la comunidad, promoviendo una gestión ambiental más eficiente a nivel local.

2) Recomendación para energías renovables:

En fraccionamientos o casas unifamiliares fuera de fraccionamiento:

En ambos contextos, tanto fraccionamientos como viviendas fuera de ellos, se propone un modelo de instalación compartida.

El sistema sugerido está diseñado para cubrir el consumo de 12 personas (aproximadamente 4 viviendas) con un sistema fotovoltaico de 6 kWp, compuesto por alrededor de 12 paneles.

Costo aproximado del sistema completo compartido:

\$120,000 MXN (incluye paneles, inversor, estructura, instalación y conexión a red CFE)

Costo por vivienda: \$30,000 MXN

En el caso de los fraccionamientos, esta instalación puede ser aún más económica debido a las condiciones homogéneas de techos, accesibilidad, y posibilidad de centralizar instalaciones. Además, la infraestructura compartida permite reducir costos de logística, mantenimiento e instalación hasta en un 15%, lo que podría disminuir el costo por vivienda a \$25,500 MXN aproximadamente (López, 2024).

Ahorros estimados y periodo de recuperación:

Actualmente, en viviendas promedio con un consumo bajo-moderado, el recibo mensual de luz ronda los \$150 MXN

Este consumo puede cubrirse completamente con el sistema fotovoltaico propuesto.

Ahorro mensual estimado por vivienda: \$150

Ahorro anual: \$1,800

Inversión inicial por vivienda: \$25,500 (en fraccionamientos) o \$30,000 (viviendas independientes)

Periodo de recuperación:

Fraccionamientos: $\$25,500 \div \$1,800 = 14.2$ años

Viviendas fuera de fraccionamientos: $\$30,000 \div \$1,800 = 16.6$ años

Beneficios adicionales:

Vida útil del sistema: 25 a 30 años

Plusvalía: aumento estimado de 3% a 6% en el valor de la propiedad

Reducción directa de emisiones de CO₂: 1,200 kg por año por

3) Recomendación para uso y tratamiento de agua:

Respecto al uso y tratamiento del agua, se propone la implementación de sistemas de captación pluvial combinados con filtros sencillos para reutilizar el agua en actividades no potables como el riego o la limpieza. Estos sistemas pueden instalarse en techos inclinados con canaletas y depósitos que almacenan el agua para uso común. En fraccionamientos, la captación puede ser comunitaria, mientras que en viviendas independientes puede adecuarse a patios o azoteas. Los beneficios de este tipo de solución incluyen la reducción del consumo de agua potable, la resiliencia ante cortes de suministro y una mayor conciencia del ciclo del agua en los residentes. Adicionalmente, el tratamiento básico mediante filtros de arena, carbón activado y cloro permite garantizar la calidad del agua almacenada para ciertos usos domésticos.

4) Recomendación para transporte no motorizado:

Para fomentar el transporte no motorizado, se recomienda el diseño e implementación de senderos seguros y sombreados dentro y alrededor de los fraccionamientos. Estos senderos deben incluir señalización, iluminación nocturna y vegetación que proporcione confort térmico. En viviendas fuera de fraccionamientos, la estrategia puede centrarse en promover el uso de la bicicleta mediante la instalación de portabicicletas, campañas comunitarias y organización de bicirrutas locales. Los beneficios van más allá del ahorro económico, pues incluyen mejoras en la salud cardiovascular, reducción del tráfico vehicular y fomento de la vida comunitaria activa.

5) Recomendación para huertos urbanos y de traspatio:

Finalmente, se propone la integración de huertos urbanos en fraccionamientos y de traspatio en viviendas independientes. Estos espacios pueden adaptarse a azoteas, jardines comunales o pequeños patios traseros, según el tipo de vivienda. Los beneficios de los huertos no son únicamente alimentarios, sino también sociales, educativos y psicológicos. La actividad hortícola promueve la cooperación entre vecinos, la educación ambiental y la reducción del estrés. Además, estos espacios verdes actúan como microclimas que regulan la temperatura local y fomentan la biodiversidad urbana.

CONCLUSIÓN:

El ecobarrio Vauban, en Friburgo, Alemania, representa un modelo exitoso de urbanización sostenible que integra de manera efectiva estrategias en separación de residuos, energías limpias, transporte eficiente, huertos urbanos y cohesión social. Su experiencia demuestra que la combinación de diseño urbano innovador, organización comunitaria activa y apoyo político institucional es fundamental para lograr un desarrollo urbano ambientalmente responsable y socialmente inclusivo.

Al contrastar este modelo con la realidad de los barrios mexicanos, se identifican importantes desafíos, como la limitada infraestructura para la gestión diferenciada de residuos, el bajo acceso y alto costo de tecnologías renovables, la insuficiente promoción del transporte no motorizado y la escasa implementación de huertos urbanos, a pesar de contar con condiciones climáticas favorables y espacio disponible.

Las encuestas realizadas evidencian una disposición significativa de la población joven para adoptar prácticas sustentables, siempre que existan facilidades económicas y un marco adecuado de apoyo institucional y comunitario. Por ello, la adaptación del modelo Vauban a contextos mexicanos requiere estrategias escalables, que combinen soluciones individuales con políticas públicas y programas educativos, para superar barreras socioeconómicas y culturales.

Finalmente, la propuesta de recomendaciones específicas para distintos tipos de viviendas y barrios muestra que es viable fomentar una transición hacia ecobarrios en México, con beneficios económicos, sociales y ambientales tangibles. El impulso de una cultura ambiental robusta y la articulación entre ciudadanía, sector privado y gobiernos serán esenciales para transformar estos retos en oportunidades reales de urbanización sostenible.

REFERENCIAS:

- Barrio de Vauban: la ciudad del futuro está en Friburgo.* (s/f). Recuperado el 24 de noviembre de 2024, de https://viajes.nationalgeographic.com.es/a/barrio-vauban-ciudad-futuro-esta-friburgo_17680
- Clima: Los 5 estados más lluviosos de México.* (s/f). Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://www.informador.mx/mexico/Clima-Los-5-estados-mas-lluviosos-de-Mexico-20240529-0118.html>
- Contenedores en Islas de Reciclaje.* (s/f). Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://www.contenedoresdebasura.com.mx/reciclajedebasura.html>
- En promedio, cada persona genera diario 994 gramos de basura en México: CRIM-UNAM – La Crónica de Hoy México.* (s/f). Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://www.cronica.com.mx/academia/promedio-persona-genera-diario-kilo-basura-mexico-crim-unam.html>
- Fastenrath, S., & Braun, B. (2018). Sustainability transition pathways in the building sector: Energy-efficient building in Freiburg (Germany). *Applied Geography*, 90, 339–349. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.09.004>
- Horas de luz solar en Freiburg (Alemania) - Año 2024.* (s/f). Recuperado el 24 de noviembre de 2024, de <https://www.tutiempo.net/horas-luz-solar/freiburg.html>
- Radiación solar en México – Amevec.* (s/f). Recuperado el 24 de noviembre de 2024, de <https://amevec.mx/radiacion-solar-en-mexico/#>
- Recolección De Basura - Grupo Resica.* (s/f). Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://gruporesica.com.mx/>
- Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. (2020). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. Libro digital. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- Seis casos de éxito de ecobarrios sostenibles | Connections by Finsa.* (s/f). Recuperado el 24 de noviembre de 2024, de <https://www.connectionsbyfinsa.com/seis-ejemplos-ecobarrios/>