

Universidad Autónoma de Baja California

Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería

Facultad de Ingeniería Mexicali



Tesis

MODELO DE EVALUACIÓN ECONÓMICO-AMBIENTAL POR EL USO DE LOS DISPOSITIVOS INTELIGENTES EN LA VIVIENDA. CASO MEXICALI, B.C.

Tesis para obtener el grado de Maestra en Ingeniería

Presenta: Adriana Jiménez Osuna

Directora: Dra. Samantha Eugenia Cruz Sotelo

Mexicali, B.C., a 13 de diciembre del 2024

Agradecimientos

Le agradezco profundamente a mi pequeña familia: a mi mamá, que siempre espera que seamos mejores; a mi papá, quien habría estado más feliz que yo por este logro; y a mi hermano que siempre me orienta. A mi esposo, sobre todo, porque siempre dice "sí" a mis locuras, y a mi bello hijo, quien, sin siquiera saberlo, me daba amorcito para aliviar el estrés.

Un agradecimiento especial a quien me tendió la mano sin conocerme: mi querida directora de tesis, la Dra. Samantha Cruz; a la Dra. Sara Ojeda, cuyos asesoramientos me motivaron tanto que le tomé un gran cariño; y al Dr.

Yonatan Santos, quien siempre está dispuesto a seguir enseñándonos cuando lo requerimos.

A mi amiga Fanny, porque ella fue quien me introdujo en este camino; me asesoró, me enseñó y me guio durante todo el proceso.

Los quiero a todos.

Resumen

La investigación se enfoca en analizar el impacto de la adopción de tecnologías inteligentes en el consumo eléctrico y la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en la ciudad de Mexicali. Debido a las condiciones climáticas extremas de la ciudad, la demanda energética en las viviendas es alta, lo que hace urgente la búsqueda de alternativas para optimizar el consumo de energía. El uso de tecnologías inteligentes se presenta como una opción viable para mejorar la eficiencia energética en las viviendas, reduciendo el consumo eléctrico y, por lo tanto, los costos. Además, su implementación contribuye a la disminución de las emisiones de carbono. El estudio también aborda el problema ambiental relacionado con los RAEE, resaltando que la adopción de dispositivos inteligentes puede reducir la generación de estos residuos. No obstante, se identifican barreras económicas que dificultan la adopción de estas tecnologías, principalmente debido al alto costo inicial de los dispositivos inteligentes, lo que hace que el retorno de la inversión sea lento, sobre todo para las familias de ingresos medios y bajos.

En conclusión, las tecnologías inteligentes representan una solución prometedora para reducir el consumo eléctrico y los residuos electrónicos, pero para lograr una adopción masiva se requiere de apoyo financiero, políticas públicas que favorezcan su implementación, y una mayor conciencia sobre los beneficios que ofrecen a largo plazo. Con una estrategia adecuada, estas tecnologías podrían mejorar significativamente la eficiencia energética de las viviendas en Mexicali, contribuyendo a un futuro más sustentable.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| Índice de figuras..... | 5 |
| Índice de tablas | 6 |
| Capítulo 1 - Introducción | 7 |
| 1.1 Antecedentes | 7 |
| 1.2 Planteamiento del problema..... | 18 |
| 1.3 Preguntas de investigación..... | 20 |
| 1.4 Objetivo General..... | 20 |
| 1.5 Objetivos específicos | 20 |
| 1.6 Hipótesis | 21 |
| Capítulo 2 - Marco teórico | 22 |
| 2.1 Fundamentos de la tecnología de casas inteligentes, el Internet de las Cosas | 22 |
| 2.1.1 Interés creciente en el Internet de las Cosas | 23 |
| 2.1.2 Aplicación de IoT en casas inteligentes | 24 |
| 2.1.3 Automatización en casas inteligentes, implementación para la eficiencia energética..... | 26 |
| 2.2 Impacto de las casas inteligentes | 27 |
| 2.2.1 Evaluación de causa y efecto en el consumo eléctrico | 28 |
| 2.2.2 Diseño de experimentos para las variables del Consumo eléctrico..... | 29 |
| 2.2.3 Costo-beneficio de las tecnologías en casas inteligentes..... | 31 |
| 2.3 Influencia del nivel socioeconómico medio en la adopción de tecnologías | 32 |
| 2.3.1 Apoyos gubernamentales para la aplicación de tecnologías inteligentes en la vivienda.... | 34 |
| 2.3.2 Factores socioeconómicos en la adopción de tecnologías | 36 |
| 2.3.3 Impacto de la adopción de tecnologías en el medio ambiente y la economía | 37 |
| 2.4 Sostenibilidad electrónica. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) ... | 38 |
| 2.4.1 Legislación y normativas. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)..... | 39 |
| 2.4.2 Norma oficial mexicana: NOM-161-SEMARNAR-2011 | 40 |
| 2.4.3 Análisis del ciclo de vida de los dispositivos electrónicos y economía circular | 41 |
| Capítulo 3 - Metodología | 43 |
| 3.1 Medición de referencia | 43 |
| 3.2 Aplicación de encuesta | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.1 Muestra | 47 |
| 3.2.2 Validación del instrumento..... | 49 |
| 3.2.3 Modificación del instrumento..... | 56 |
| 3.2.4 Análisis de resultados | 56 |
| 3.3 Análisis Costo Beneficio..... | 58 |
| 3.3.1 Ahorro económico: | 59 |
| 3.3.2 Carga evitada de Residuos de Aparatos Eléctricos-Electrónicos | 65 |
| Capítulo 4 - Resultados..... | 70 |
| 4.1 Medición de referencia | 70 |
| 4.2 Instrumento | 71 |
| 4.3 Análisis costo beneficio | 76 |
| 4.3.1 Económico..... | 76 |
| 4.3.2 RAEE..... | 77 |
| Conclusión | 78 |
| Recomendación | 80 |
| Referencias..... | 82 |
| Anexos | 90 |
| Anexo 1 Instrumento..... | 90 |
| Anexo 2 Cuestionario AMAI..... | 96 |
| Anexo 3 Instrumento en línea..... | 99 |
| Anexo 4 Metodología del Análisis Costo Beneficio..... | 117 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Evolución de publicaciones sobre casas inteligentes y su relación con el consumo energético (2002-2023)..... | 9 |
| Figura 2 Distribución de los usuarios de internet por grupos de edad, 2020-..... | 13 |
| Figura 3 Factores externos que influyen en el ciclo de vida de los dispositivos inteligentes. | 15 |
| Figura 4 Crecimiento de publicaciones por año de artículos científicos en Web of Science..... | 23 |
| Figura 5 Dispositivos inteligentes en la vivienda | 26 |
| Figura 6 Comparativo de la distribución de niveles socioeconómicos de la regla AMAI [49] | 34 |
| Figura 7 Propuesta de metodología para la obtención del CE. | 43 |
| Figura 8 Distribución de los eléctricos y electrónicos de la vivienda de prueba. | 44 |
| Figura 9 Distribución de los eléctricos y electrónicos de la vivienda de prueba y medidores eléctricos. .. | 45 |
| Figura 10 Metodología para la aplicación de encuesta. | 46 |
| Figura 11 Pasos para la validación de un instrumento. | 49 |
| Figura 12 Metodología para el Análisis Costo Beneficio ACB..... | 58 |
| Figura 13 Tipo de manejo y uso de los electrodomésticos en la vivienda..... | 62 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Dispositivos utilizados en las casas inteligentes | 24 |
| Tabla 2 Clasificación de los residuos según la LGPGIR | 39 |
| Tabla 3 Listado de los residuos de manejo especial | 41 |
| Tabla 4 Habitantes por vivienda en México según la INEGI | 50 |
| Tabla 5 Habitantes por vivienda en Baja California | 50 |
| Tabla 6 Principales gastos en las viviendas de México | 51 |
| Tabla 7 Principales gastos en las viviendas de Baja California | 52 |
| Tabla 8 Consumo eléctrico en Kw/h por aparato (CEA) | 53 |
| Tabla 9 Puntajes de nivel socioeconómico según la regla AMAI 2022..... | 55 |
| Tabla 10 Categorías incluidas en el diseño del instrumento para su análisis..... | 56 |
| Tabla 11 Variables para el ahorro económico..... | 59 |
| Tabla 12 Factores de relación para la adecuación de porcentajes, de autoría propia..... | 60 |
| Tabla 13 Ahorro proyectado en porcentajes | 63 |
| Tabla 14 Variables para el cálculo de la disminución de los RAEE..... | 65 |
| Tabla 15 Referencia para sumar las horas utilizadas por mes de cada AEE..... | 67 |
| Tabla 16 Sumatoria de la medición de referencia, se muestran en amarillo aquellos dispositivos controlables. | 70 |
| Tabla 17 Conocimiento sobre dispositivos inteligentes..... | 72 |
| Tabla 18 Cambio porcentual en el consumo eléctrico por mes. | 73 |
| Tabla 19 Percepción de los encuestados sobre los dispositivos inteligentes | 74 |
| Tabla 20 Hábitos de consumo y disposición de RAEEs | 75 |
| Tabla 21 Tiempo de uso de los dispositivos y ahorro..... | 76 |
| Tabla 22 Inversión extra por implementar los dispositivos y viviendas beneficiadas en el análisis | 76 |
| Tabla 23 Carga evitada de RAEE en 10 años al implementar dispositivos inteligentes..... | 77 |

Capítulo 1 - Introducción

1.1 Antecedentes

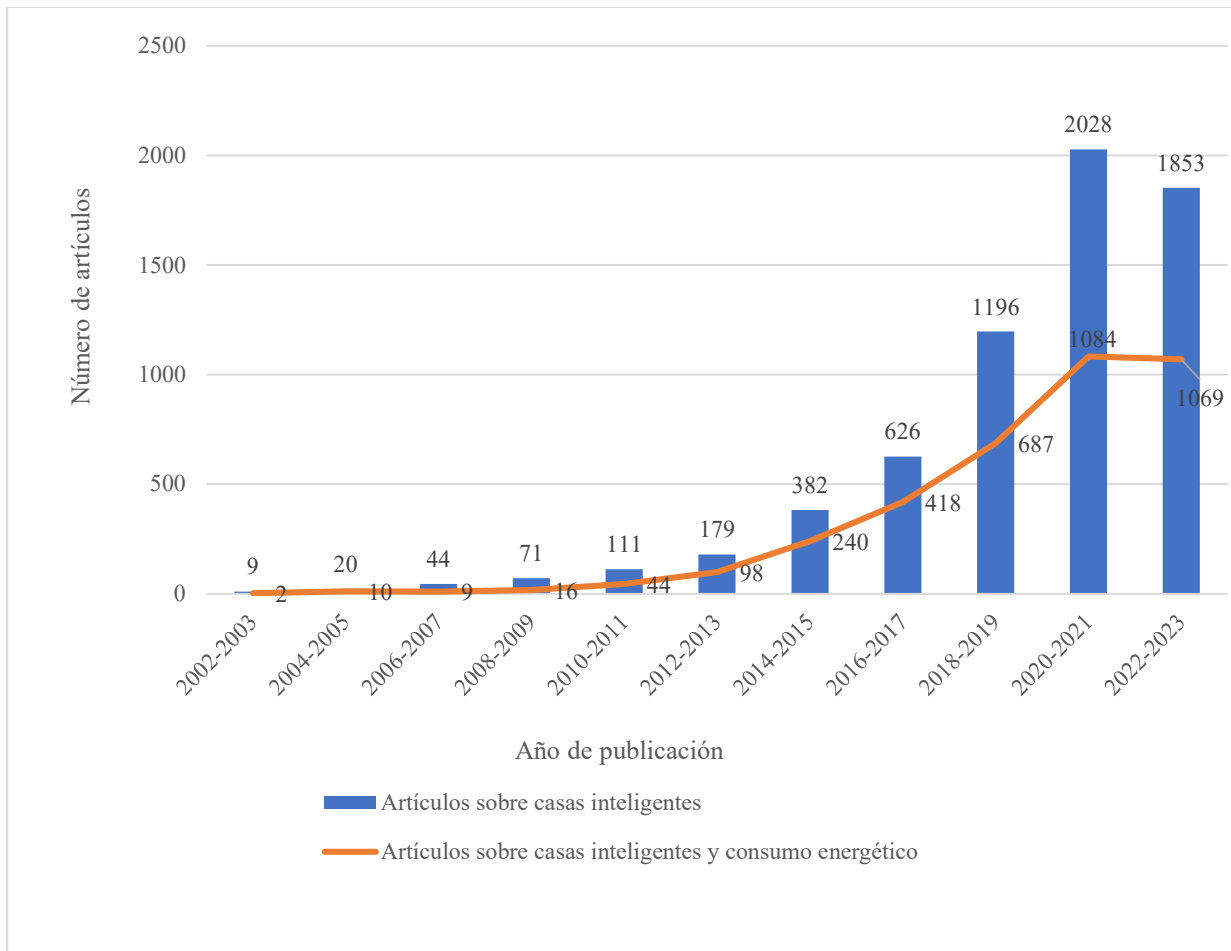
La alta demanda de consumo eléctrico (CE) representa un grave problema a nivel mundial. El acelerado crecimiento de la población, junto con el desarrollo económico, la urbanización, la industrialización y la electrificación de diversos sectores, ha provocado un aumento considerable en la demanda energética, lo que crea la necesidad de implementar métodos eficientes para el ahorro de CE. Las energías renovables han jugado un papel clave en la reducción de las emisiones derivadas del CE; sin embargo, su impacto es limitado si no se gestiona el consumo de manera adecuada. Paralelamente, otro factor que contribuye a la problemática ambiental relacionada con la electricidad es la gestión inadecuada de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). El rápido avance tecnológico y la obsolescencia programada han generado un aumento considerable en la producción de desechos electrónicos, cuya disposición inapropiada puede liberar sustancias tóxicas y contaminantes en el medio ambiente.

La Agencia Internacional de Energía proyecta que la demanda global de electricidad crecerá aproximadamente un 60% entre 2019 y 2040 [1], lo que evidencia la urgencia de abordar el problema. A nivel global, nacional y local, los datos revelan la magnitud de la problemática del alto CE en las viviendas. En el caso específico de Mexicali, una ciudad ubicada en la frontera norte de México y caracterizada por su clima extremo, las temperaturas pueden superar los 45 grados Celsius durante el verano, lo que incrementa significativamente la demanda de energía para sistemas de aire acondicionado. Esto agrava aún más el consumo eléctrico. De acuerdo con Enerdata, el CE en las viviendas ha aumentado en un 63% entre 2000 y 2021, con un incremento promedio de tres puntos porcentuales por año [2]. Además, según la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2020, un mexicano gasta en promedio 507 pesos mensuales en electricidad, lo que representa el 5.1% de sus ingresos [3]. En Mexicali, el consumo promedio mensual es de 712.5 kWh

por vivienda [4], lo que equivale a un gasto de 1,580.88 pesos mexicanos. Esto demuestra que, además de ser un problema ambiental y de demanda energética, también tiene implicaciones económicas directas para las viviendas, lo que hace atractiva la idea de implementar tecnologías que permitan un ahorro inmediato.

El crecimiento de la tecnología y el desarrollo del Internet de las cosas (IoT) han desempeñado un papel importante en la optimización del CE, facilitando el uso eficiente de la energía. No obstante, también han incrementado la producción de RAEE [5]. Actualmente, existen aproximadamente 25 mil millones de dispositivos interconectados gracias al IoT. El atributo clave de estas tecnologías inteligentes es su capacidad para recopilar información del entorno y reaccionar en consecuencia [6].

Para comprender el interés y los avances científicos en el campo de las casas inteligentes (CI), se realizó una búsqueda sobre la evolución de las CI y los artículos de investigación generados en las últimas dos décadas. Esta búsqueda se llevó a cabo en la base de datos ELSEVIER, donde se analizaron términos como "Smart homes" y "Smart home", sin limitar la búsqueda a autores o años específicos. Los resultados obtenidos en abril de 2023 proporcionan una visión de las investigaciones sobre CI y su papel en la reducción del CE como podemos verlo en la figura 1.



Fuente: propia, con información de Elsevier (2023)

Figura 1. Evolución de publicaciones sobre casas inteligentes y su relación con el consumo energético (2002-2023)

En los cuales se puede observar el crecimiento constante del interés de las CI, se agregó a la búsqueda los criterios “energy saving”, “electricity saving”, “energy consumption” ("smart home" and ("energy saving" OR "electricity saving" OR "energy consumption") para conocer de igual forma el interés en el ahorro del CE y compararlo a los resultados totales.

El análisis de esta evolución destaca que al principio los artículos no estaban enfocados al ahorro de energía en su mayoría, en la última década por lo menos la mitad o más de la mitad de ellos tienen como objetivo identificar el ahorro del CE con la ayuda de las CI.

Las casas inteligentes (CI) presentan un potencial significativo para la reducción del consumo de energía al automatizar procesos y optimizar el uso de electricidad [7]. Este enfoque no solo tiene implicaciones económicas para las viviendas, sino que también contribuye a aumentar la seguridad percibida por sus habitantes [8]. Considerando que el consumo eléctrico doméstico constituye una proporción considerable del total en una ciudad, su reducción emerge como una estrategia clave para mitigar las emisiones de carbono. Además, estudios sugieren que las CI, al prolongar el tiempo de vida útil de los electrodomésticos, podrían atenuar la generación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) [9], [10], [11] Para lograr un manejo efectivo de la energía en la vivienda, es esencial contar con la capacidad de monitorear el consumo eléctrico en tiempo real. Los dispositivos inteligentes proporcionan datos precisos de consumo de energía, permitiendo así la gestión eficiente de su uso.

Otra estrategia efectiva es ajustar el consumo de energía según la respuesta a la demanda, evitando picos eléctricos en momentos de menor costo o mayor disponibilidad de energía. Diversos sistemas de gestión de energía confiables se centran en evaluar la confiabilidad de los electrodomésticos inteligentes y gestionan su uso según las preferencias de los usuarios y los objetivos de consumo de energía [12]. La incorporación de fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, en casas inteligentes es esencial. Al generar su propia energía, las viviendas pueden reducir su dependencia de la red eléctrica convencional, Además, la adopción de dispositivos de bajo consumo, como luces LED y termostatos inteligentes, desempeña un papel importante en la conservación de energía, políticas aplicadas en otros países, como la implementación de medidores inteligentes y electrodomésticos de bajo consumo, junto con campañas educativas, han logrado reducciones notables en el consumo eléctrico. La necesidad de campañas de educación y

concientización sobre las tecnologías inteligentes es esencial, especialmente en términos de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental [13].

La conciencia del habitante juega un papel importante en la adopción de comportamientos orientados al ahorro de energía. Los consumidores conscientes del medio ambiente son más propensos a adoptar tecnologías de CI que ofrecen características de ahorro de energía [10]. Sin embargo, si los usuarios no utilizan las funciones de ahorro de energía o no eliminan adecuadamente los RAEE, los beneficios ambientales de los sistemas de CI pueden verse reducidos. A pesar de los beneficios, existen barreras para la promoción del ahorro de energía en las viviendas, como la falta de conciencia y comprensión de las estrategias de ahorro, el alto costo de los electrodomésticos de bajo consumo, y la necesidad de que los usuarios perciban que la CI funciona de manera segura [14]. La difusión del conocimiento y la tecnología es clave para superar estas barreras. Además, las poblaciones vulnerables, como los hogares de bajos ingresos y las personas mayores, pueden enfrentar desafíos para adoptar la tecnología debido a factores como el costo, el acceso y la alfabetización tecnológica [15], [16].

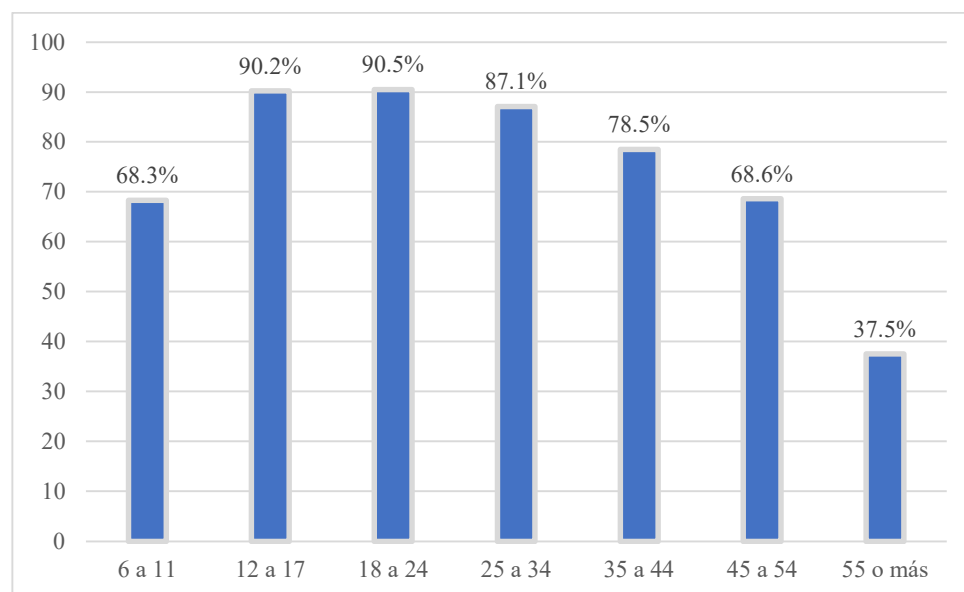
Para evaluar de manera integral el impacto ambiental de la implementación de dispositivos inteligentes, es esencial adoptar un enfoque holístico que considere todo el ciclo de vida del sistema, el comportamiento del usuario y otros factores que puedan afectar su impacto ambiental [16]. El ahorro de energía mediante la automatización del hogar y la instalación de las nuevas tecnologías requiere del usuario cambios cualitativos y cuantitativos. Estos cambios incluyen buscar la configuración óptima del sistema y aprender a programarlo para que actúe de forma autónoma. Sin embargo, también es necesario modificar prácticas, hábitos y expectativas en términos de comodidad. Al instalar dispositivos inteligentes, el objetivo es disminuir el tiempo de uso de la energía, pero con

el tiempo, el usuario notará modificaciones en su rutina diaria, como una temperatura más estable, una creciente conciencia sobre el consumo eléctrico y cambios en el comportamiento cotidiano.

Existen estudios que demuestran que los usuarios, al identificar que un dispositivo es capaz de reducir su huella de carbono, tienden a comprarlo incluso si el precio es más elevado [17], [18]. Un estudio demostró que al introducir dispositivos etiquetados con leyendas que especificaban su facilidad de reincorporación a la cadena de suministro al final de su vida útil, y al lanzarlos al mercado a un mayor precio, se obtuvo una respuesta favorable por parte de los consumidores [19]. Sin embargo, aunque las tecnologías ayudan a reducir el consumo de electricidad, surge la pregunta de si son accesibles para la población general. Para el año 2020, el 91.8% de la población del país contaba con un dispositivo inteligente, generalmente un celular, que le permitía utilizar los accesorios inteligentes en la vivienda. Según la encuesta realizada por el INEGI sobre la disponibilidad y uso de las tecnologías de la información en los hogares, el 73.8% de la población urbana es usuaria de internet, y el 91.8% de estos usuarios cuenta con un celular inteligente. Las aplicaciones para las CI y los dispositivos disponibles en el mercado en México se pueden manejar mediante un teléfono inteligente, a través de diversas plataformas, aunque la mayoría son capaces de controlarse desde una única plataforma específica.

En México, se estimó una población de 84.1 millones de usuarios conectados a internet, contabilizando a la población mayor de seis años sin diferenciar entre hombres y mujeres. Los tres principales medios de conexión son el celular inteligente, la computadora y el televisor con acceso a internet. El 96% de los encuestados indicó que poseían un celular, lo que sugiere que la mayoría podría conectar un dispositivo domótico a su teléfono. Las tres principales actividades que realizan son comunicarse (93.8%), buscar información (91%) y acceder a redes sociales (89%).

Al analizar el uso de las tecnologías inteligentes conectadas a internet, se puede afirmar que el grupo de edad de 18 a 24 años tiene la mayor participación, con un 90.5%. El segundo grupo, con un rango de edad de 12 a 17 años, tiene una participación del 90.2%. En tercer lugar, están los usuarios de 25 a 34 años, quienes podrían ser los jefes de familia y muestran una participación del 87.1%. El grupo con menor participación es el de personas de 55 años o más, con solo un 37.5%. En la figura 1 se muestra una gráfica con los rangos de edades y la participación estimada de cada grupo en el uso de internet [20].



Fuente: ENDUTIH, (2020)

Figura 2. Distribución de los usuarios de internet por grupos de edad, 2020

Se nota en la figura 2 el hecho de que las tecnologías son más factibles en grupos de edades más jóvenes y se busca identificar el motivo, así como encontrar la forma de solucionar este hecho mediante la facilitación de información sobre los beneficios de la domótica.

La información del ENDUTIH[21] estima que hay 21.8 millones de viviendas que disponen de internet (60.6% del total nacional), ya sea mediante una conexión fija o móvil. Se obtiene el dato de que el porcentaje de la participación con el internet de la población del estado de Baja California es del 84.3% posicionando a la entidad en el tercer lugar a nivel nacional y con un 75.8% de porcentaje con internet en casa, posicionándolo en cuarto lugar de este ranking. El porcentaje de usuario con teléfono celular en baja california (mayores a seis años) es del 84.9% obteniendo una vez más el tercer lugar en el ranking nacional, considerando cualquier teléfono celular en general y se obtiene que el 91.6% del total son teléfonos inteligentes.

En la compra de un dispositivo inteligente intervienen diferentes factores, sociales y económicos, entre ellos están las creencias ambientales, la necesidad creciente de encontrar una forma de ayudar al medio ambiente en la vivienda favorablemente ha ayudado a que el habitante a nivel mundial sienta la necesidad de comprar dispositivos marcados como “verdes” que nos ayudan a reducir el CE en él. Estos resultados están en línea con la teoría de Valor-creencia- norma pues no es necesario solamente instalarlos para que estos funcionen, sino tener la sabiduría suficiente y utilizarlos de manera correcta. Al ser una tecnología o un dispositivo tecnológico existe también la barrera a utilizarlos, pero es notorio que la aceptación de las nuevas tecnologías es creciente [22].

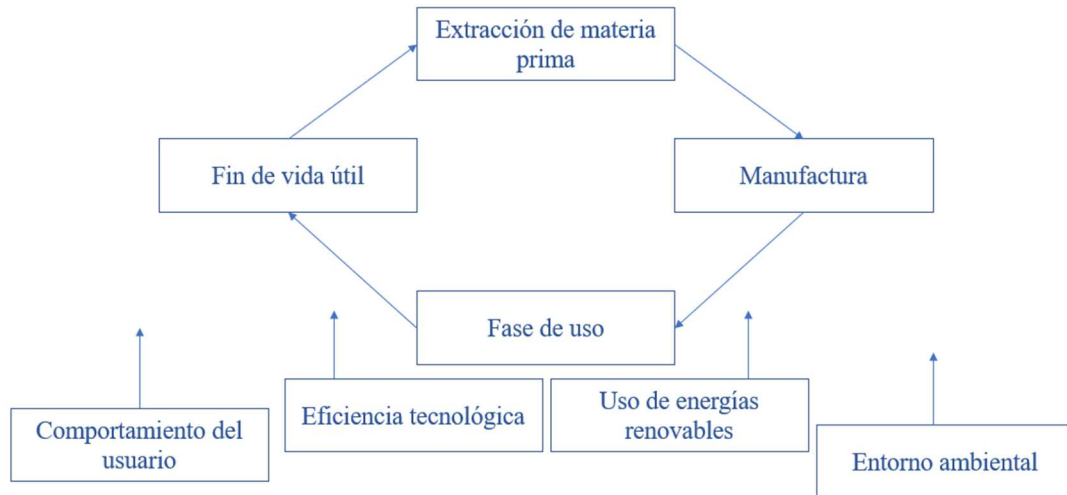


Figura 3. Factores externos que influyen en el ciclo de vida de los dispositivos inteligentes.

El comportamiento del habitante y su estilo de vida deben considerarse al calcular el impacto ambiental de las CI, estos factores pueden tener un impacto significativo en el uso de la energía y el consumo de los recursos. Al evaluar el impacto no solo se toma en cuenta el consumo de energía de los electrodomésticos y dispositivos, sino también el comportamiento del habitante, el contexto social y ecosistema ambiental. El estudio demuestra que con el solo hecho de que el habitante apague los dispositivos que no está utilizando se generan beneficios ambientales significativos [23] pues intervienen otros factores como el comportamiento que obtiene al disponer de los dispositivos nuevos o que comúnmente ha utilizado.

Como se comentó anteriormente, la implementación de tecnologías inteligentes también ha generado un avance importante en el manejo y reducción de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Los RAEE han creado una preocupación importante en la gestión de desechos por cómo se ha manejado últimamente, debido a una producción global estimada que aumento de 20 a 25 TM en 2009 a casi 45 TM en 2016 [24] Obtenemos también información de la vida útil limitada

que presentan los nuevos dispositivos en el mercado, teniendo una vida útil de 2 a 5 años en móviles y computadoras personales; de 5 a 7 años para televisores y aproximadamente 10 años para lavadoras, lavavajillas, refrigeradores y electrodomésticos de gran tamaño, refrigeración, o lavados utilizados en la mayoría de los hogares[9]. Existe la necesidad de investigar nuevos modelos para ciclos de vida de productos eléctricos y electrónicos y encontrar una nueva forma de aprovechar al máximo el tiempo útil del dispositivo.

La economía circular ha desarrollado un rol importante dentro de la gestión de residuos, pero para ser aprovechado de manera adecuada se requiere de tener al habitante informado sobre su importancia. Es importante analizar si un dispositivo inteligente nos ayudara a reducir el CE y tendrá un mayor impacto ambiental en esto con respecto a los RAEE que está generando, se podrá analizar gracias a la EC, ya que si, es fácil decir que se puede reincorporar, pero el hecho de reincorporarlo también provoca gasto energético, consumo de recursos etc. Recientemente el concepto de Economía Circular (EC) se ha vuelto popular, ganando principalmente impulso en países europeos y en China tratando de compensar la demanda creciente de los dispositivos y las consecuencias sociales y económicas que se asocia al medio ambiente y enfocando como solución devolver los materiales al ciclo de producción convirtiéndolo en un ciclo cerrado [25]. El último paso que busca la EC es el reciclaje, se busca optimizar el dispositivo o creándolo de una mayor calidad, o repararlo antes de que sea obsoleto, o reutilizarlo de una forma diferente ya que así se utilizaran menores recursos para reincorporarlos o generara menos RAEE al reciclarlo[26], [27].

La generación de residuos electrónicos es un tema que requiere atención prioritaria. La falta de medidas preventivas, control e información ha fomentado prácticas inadecuadas en la gestión de los RAEE, lo que ha reducido su vida útil. Esta situación se debe principalmente a la tendencia de los consumidores a reemplazar sus dispositivos con mayor frecuencia debido a los avances y renovaciones

tecnológicas, generando más una moda que una necesidad[28]. Además, el volumen de basura electrónica está aumentando a un ritmo más rápido que otros tipos de residuos, con un crecimiento anual estimado del 3 al 5% a nivel mundial [29].

En México, el manejo deficiente de los RAEE también es una realidad, lo que plantea la pregunta de si la implementación de CI podría aumentar la vida útil de los dispositivos o generar conciencia en los individuos ayudaría a comprar de manera más inteligente y reducir la generación de basura electrónica. Asimismo, se busca un equilibrio entre la adquisición de nuevos dispositivos inteligentes y el desecho de RAEE en las ciudades[16]. Es importante destacar que son pocos los países que cuentan con sistemas eficientes de reciclaje y disposición de residuos electrónicos, entre ellos se encuentra México, que aún no ha establecido un sistema de gestión para los RAEE. Aunque se han implementado iniciativas para abordar el problema, es necesario que los sistemas de gestión de residuos asuman responsabilidad del ciclo completo.

La preocupación en torno a los residuos electrónicos radica en que requieren un manejo específico para su disposición, diferenciado de los residuos sólidos urbanos y los residuos peligrosos, debido a su alto potencial de valorización que actualmente se está desaprovechando [30]. Aun cuando se reduzca el CE gracias a las CI es fundamental investigar si la implementación de la tecnología no afecta al medio ambiente al generar nuevos RAEE y al investigar su producción y distribución, volviendo fundamental la investigación de las CI, la forma en la que contaminan y la forma de reincorporarlos, para así generar una análisis de costo beneficio respectivo al ahorro del CE y los beneficios ambientales que genera al impacto ambiental generado por la implementación, y factores que influyen en el consumidor considerando los factores directos y externos que influyen dentro.

1.2 Planteamiento del problema

En México, el concepto de CI no se ha expandido lo suficiente como en otros países con diferentes oportunidades por diferentes razones. El costo de implementar este tipo de tecnologías avanzadas sigue siendo alto para el sueldo promedio del trabajador mexicano, lo que dificulta la inversión. Además, en algunas áreas del país, la infraestructura de conectividad puede no ser lo suficientemente robusta en lo necesario para soportar la transmisión de la automatización completa de las viviendas. La falta de conocimiento y concientización de los beneficios de las CI puede ser otra razón para su adopción limitada. Es posible que muchos individuos en el país no estén familiarizados con la tecnología inteligente ni cómo puede mejorar su calidad de vida. Sin embargo, se espera que el mercado de CI en México crezca en los próximos años a medida que aumente la conciencia y el interés en la tecnología y que los precios de los dispositivos y la infraestructura se vuelvan más asequibles [31], [32]. Pero, además de mejorar nuestra calidad de vida ¿nos ayudan a disminuir nuestro CE?

Existen en el mercado diversos artículos que demuestran el ahorro del CE y la disminución de CO₂ debido al uso de las CI [33], pero el usuario aún cree que su acceso es principalmente a sectores con nivel socioeconómico alto, además en la investigación de Wang (2021) se demuestra que muchos habitantes no conocían la tecnología hasta que la vieron en el mercado [34]. Por lo anterior, en esta investigación se desarrollará un modelo de evaluación socio-económico ambiental considerando variables sociodemográficas, acceso a la tecnología, conocimiento del consumidor, hábitos y prácticas en el uso de aplicaciones, costo-beneficio en la etapa de uso de los dispositivos inteligentes, y gestión de residuos para determinar desde un enfoque integral si el uso de las CI representan una mejora en la calidad de vida, minimiza impactos ambientales y favorece la economía de la vivienda.

Las tecnologías digitales (TD) se consideran facilitadores esenciales de la economía circular (EC) [35]. Sin embargo, debido a la complejidad y los múltiples aspectos que abarca la economía circular, existe poca orientación sistemática sobre cómo aplicar las TD para aprovechar todo el potencial de las estrategias circulares. No obstante, ya están apareciendo familias de productos en el mercado que nos podrían ayudar con la problemática [36].

A lo largo del tiempo, la incorporación de tecnología en las viviendas ha experimentado una evolución constante. Esto se ha reflejado en el aumento de las funcionalidades y en sus distintas aplicaciones y capacidades tecnológicas. En numerosas ocasiones, la tecnología se ha incorporado en las viviendas o en sus dispositivos simplemente por el afán de modernización, sin un entendimiento claro de las ventajas prácticas y los beneficios potenciales que su uso integrado podría ofrecer. Se debe entonces aprovechar el alto interés en la tecnología que ha surgido en la última década para hacer algo al respecto, buscando que el habitante la conozca antes de comprarla y haga un plan en su casa para su uso creando una red inteligente que le permitirá conocer el CE en el momento, revisar posibles daños y disminuir la reposición de los dispositivos [12].

Con base a lo anterior, se identifican los siguientes problemas:

1. El elevado CE en las áreas urbanas, provoca variaciones eléctricas significativas y resulta en apagones durante las horas de máxima demanda.
2. La necesidad de reducir los costos económicos asociados al consumo energético.
3. Falta de información sobre las tecnologías inteligentes que pueden ayudar a disminuir el CE y mejorar la percepción de calidad de vida en las viviendas.
4. Desconocimiento sobre el costo-beneficio de los dispositivos inteligentes implementados en la vivienda.
5. Aumento de RAEE debido al consumo de nuevas tecnologías al automatizar las viviendas.

1.3 Preguntas de investigación

¿Las casas inteligentes disminuyen el consumo eléctrico sin repercusiones al medio ambiente y a la economía de la vivienda en Mexicali?

¿Las casas inteligentes son la solución al consumo eléctrico desmedido en Mexicali sin impactar el medio ambiente?

¿Cómo se pueden balancear las cargas evitadas y los residuos de aparatos electrónicos generados al integrar tecnología a las casas inteligentes de forma que no generen un impacto negativo?

1.4 Objetivo General

Desarrollar un modelo de evaluación económico-ambiental asociado al uso de las casas inteligentes en viviendas de nivel socioeconómico medio en la ciudad de Mexicali, que establezca los beneficios reales de la instalación de esta tecnología a través de un análisis costo-beneficio.

1.5 Objetivos específicos

1. Elaborar un inventario de los equipos inteligentes para identificar sus características de uso y manejo.
2. Evaluar el CE dentro de una vivienda de nivel socioeconómico medio para establecer valores de referencia.
3. Analizar las prácticas de uso de los electrodomésticos dentro de la vivienda para determinar las variables que influyen en el consumo eléctrico.
4. Cuantificar el CE por vivienda mediante modelos matemáticos, basados en las variables recopiladas, con el propósito de replicar el análisis en diferentes entornos residenciales.

5. Realizar un análisis de Costo-beneficio que compare el ahorro de consumo eléctrico con la gestión de los RAEE y la inversión económica inicial del habitante.
6. Desarrollar un modelo que le permita al habitante calcular el beneficio total derivado de la implementación de la tecnología en su vivienda identificando los diferentes dispositivos existentes y sus costos asociados.

1.6 Hipótesis

El uso de casas inteligentes está asociado a una disminución significativa del consumo eléctrico en las viviendas, sin generar impactos negativos perceptibles en el medio ambiente ni en la economía del habitante.

Capítulo 2 - Marco teórico

2.1 Fundamentos de la tecnología de casas inteligentes, el Internet de las Cosas

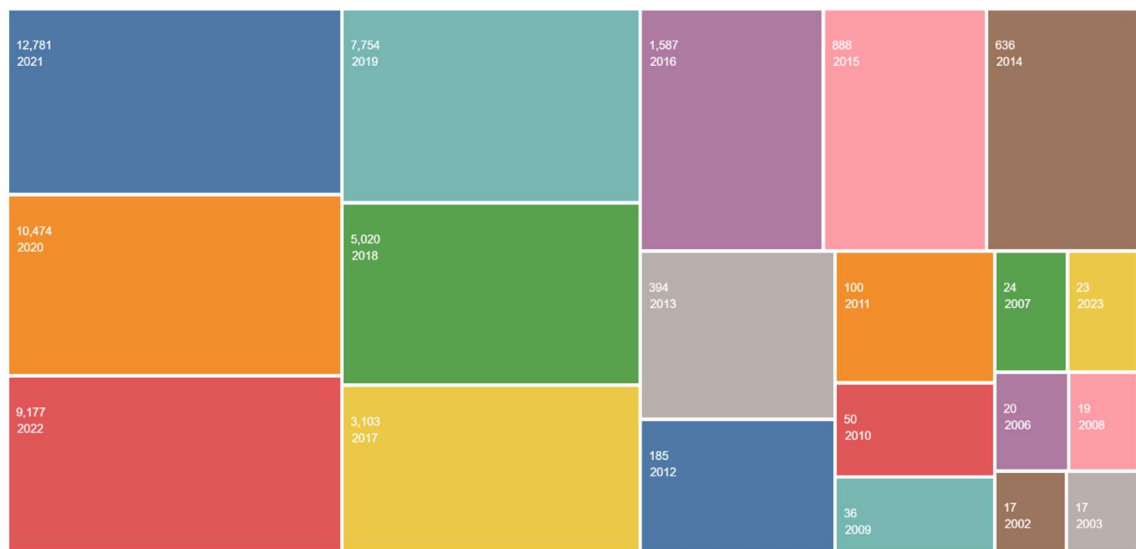
El Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en inglés) se refiere a la red formada por objetos físicos que incorporan sensores, software y otras tecnologías que permiten intercambiar información. Existen diferentes tipos de aplicación para el IoT, las cuales categorizaremos en cuatro grandes conceptos que son:

- Internet de las cosas en el área industrial (Industrial Internet of Things, IIoT): el cual se refiere al que es aplicado en área industrial, ya sea en líneas de producción o en comunicación para el monitoreo y adquisición de datos en tiempo real.
- Internet de las cosas médicas (Internet of Medical Things, IoMT): utilizado en el monitoreo de pacientes y la salud de cada uno de ellos dentro de un hospital interactuando los dispositivos con el doctor o personal médico que los está atendiendo para así conocer su estado.
- Ciudades inteligentes (Smart Cities): ayudando al manejo del tráfico con el uso de los semáforos al medir el flujo de vehículos a ciertas horas del día o mediante sensores de movimientos conectados a distancias estratégicas, controlando los depósitos de basura al recolectar solo los que se encuentran llenos, midiendo el consumo de agua, entre otros.
- Casas Inteligentes (Smart Homes): automatizando el hogar para nuestras necesidades [37].

En este documento nos enfocaremos en la última clasificación, Casas Inteligentes (CI), pues será la necesaria para entender el estudio que estaremos realizando más adelante.

2.1.1 Interés creciente en el Internet de las Cosas

El primer artículo sobre el IoT apareció cuando Schoenberger (2002) escribió sobre la futura aplicación de estos dispositivos [38], desde entonces a la fecha la publicación de artículos es impresionante, despertando el interés de numerosos investigadores debido a su amplio campo de aplicación. Se realizó un análisis de la cantidad de artículos publicados desde su primera aparición en 2002, tomando como referencia la base de datos Web Of Science sobre artículos de revisión y de investigación de los años 2002 hasta 2022. La cadena de búsqueda fue: “Smart things” AND (document type) Article – Review y se incluyeron todos los temas.



Fuente: Web of Science, (2023)

Figura 4 Crecimiento de publicaciones por año de artículos científicos en Web of Science

En la figura 4 se muestra el número de publicaciones por año, el crecimiento en el número de publicaciones puede reflejar el interés que ha despertado en la comunidad científica, por lo que proponer la tecnología, en este momento, es determinante para el buen manejo de ella.

2.1.2 Aplicación de IoT en casas inteligentes

Una casa inteligente es una vivienda equipada con tecnología avanzada que permite comunicar sus dispositivos entre sí, obteniendo el control y la automatización de ellos. Estos dispositivos pueden incluir, entre otros, iluminación, calefacción, ventilación sistemas de seguridad, electrodomésticos, entretenimiento y comunicación. Su objetivo es mejorar la calidad de vida del habitante, brindar comodidad, eficiencia energética, seguridad y facilitar el acceso a servicios y aplicaciones a través de la integración de tecnología y la conectividad de los dispositivos [6]. Algunas de las tecnologías y dispositivos utilizados en las CI quedan definidas en la tabla 1.

Tabla 1 Dispositivos utilizados en las casas inteligentes

| Tipo | Descripción | Ejemplos |
|--------------------------------|--|--|
| Asistente virtual | Centralizadores de información, programas de inteligencia artificial que permite interactuar con los diferentes dispositivos conectados a internet | Amazon Alexa, Apple Siri, Roku, Google Assistant |
| Iluminación | Sistemas de iluminación que permiten controlar de forma remota la intensidad, color, encendido/apagado | Tiras de luces LED inteligentes, Philips Hue |
| Termostatos | Regulan automáticamente la temperatura de la vivienda dependiendo las preferencias del habitante y las condiciones ambientales. Permiten automatizar el sistema de clima | Nest learning thermostat |
| Cerraduras inteligentes | Controlan el acceso a través de claves o llaves virtuales, códigos o aplicaciones móviles. Monitorean y controlan el acceso desde cualquier lugar | Yale assure |
| Contactos inteligentes | Contactos que se conectan entre el tomacorriente y el cable de corriente de los eléctricos o electrodomésticos, con el fin de apagarlos y prenderlos remotamente. Algunos miden el consumo eléctrico | Steren, Google, LG, etc. |
| Electrodomésticos inteligentes | Refrigeradores, lavadoras, hornos, cafeteras, etc. que ofrecen características como control remoto, automatización, integración de sistemas virtuales y notificaciones | Samsung, LG smartThinQ. |

La casa inteligente comunica sus dispositivos entre sí, haciéndolos cumplir tareas específicas mediante la obtención de datos guardados en un controlador, permitiéndonos programarlos de acuerdo con el gusto o necesidades de los habitantes. De acuerdo con Ford [39], podemos clasificar los dispositivos inteligentes para la vivienda en tres categorías que son: Interfaces de usuario (portales de energía, pantallas de interacción, monitores de carga), Smart hardware (electrodomésticos inteligentes, luces, termostatos, conectores inteligentes) y plataformas (servicios de plataformas en línea, servicios web de utilidad e instrucción).

En la figura 5 se presentan las aplicaciones de los dispositivos que pueden instalar para implementar una CI, en la cual se identifica la iluminación (eléctrica y asistida por luz natural), el manejo de la temperatura, las cámaras para vigilancia, actuadores de sensores de movimiento, dispositivo de seguridad (control de acceso), control de cochera, control de calefactores automáticos, control y automatización de centros de lavado, dispositivos de entretenimiento y electrodomésticos inteligentes con pantallas de información y control de inventarios; controlados por un centro de recepción que en el caso de la imagen es un celular, pero que podría ser un controlador centralizado manejado por voz, una tableta o un televisor, entre otros.



Fuente: Pixaline, (2018)

Figura 5 Dispositivos inteligentes en la vivienda

2.1.3 Automatización en casas inteligentes, implementación para la eficiencia energética

La automatización es una técnica, método o sistema de operación con el cual se puede controlar un proceso por medio de dispositivos electrónicos para reducir la participación del individuo (este caso el habitante) al mínimo. El motivo principal al implementar un sistema de automatización en la vivienda es la reducción de tiempos y movimientos, se puede utilizar para la asequibilidad de monitorear y controlar diferentes dispositivos como luces, ventiladores, aire acondicionado y demás, dependiendo del tipo de vivienda y de los requerimientos del habitante. La automatización hace que no solo sea eficiente el uso de los dispositivos, sino que también ayuda al ahorro del CE y del agua, reduciendo gran parte del desperdicio. La automatización de una vivienda se refiere a otorgarle al habitante la posibilidad de implementar el IoT en su hogar y manejarlo en cualquier momento, cualquier lugar y cualquier persona que exista en la red de información de su casa, además la implementación de IoT les permite controlar y monitorear la energía [40].

2.2 Impacto de las casas inteligentes

Las casas inteligentes (CI) han surgido como una solución prometedora para enfrentar dos de los desafíos más críticos en las ciudades modernas: el consumo excesivo de energía eléctrica y la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). A través de la integración de tecnologías avanzadas como el Internet de las cosas (IoT), las CI no solo permiten una mayor comodidad y seguridad para los usuarios, sino que, lo más importante, optimizan el uso de la energía al automatizar procesos y proporcionar datos en tiempo real sobre el consumo eléctrico. En ciudades donde la implementación de casas inteligentes ha avanzado, se han observado impactos significativos en la reducción del consumo de energía. Por ejemplo, un estudio realizado en Estocolmo, Suecia, demostró que los sistemas de gestión de energía en CI lograron reducir el consumo eléctrico en un 25%, principalmente debido a la automatización del control de iluminación, climatización y otros dispositivos electrónicos. Además, la adopción de fuentes de energía renovable en combinación con sistemas inteligentes ha permitido que muchas viviendas generen su propia electricidad, disminuyendo la dependencia de la red eléctrica convencional y, por ende, reduciendo la demanda general de energía.

Otro impacto relevante de las casas inteligentes es su potencial para minimizar la generación de RAEE. Las casas inteligentes, al incluir sistemas que prolongan la vida útil de los electrodomésticos, pueden reducir la cantidad de RAEE generados [41]. Además, los dispositivos de bajo consumo energético, como las luces LED y los termostatos inteligentes, tienen una durabilidad mayor que sus contrapartes tradicionales, lo que también contribuye a la disminución de estos residuos [42], sin considerar la optimización del tiempo de uso que se les está dando, convirtiendo a esta última en la más importante al implementar la tecnología. Ciudades como Barcelona, que han impulsado políticas públicas para la adopción de casas inteligentes, han experimentado una notable mejora en la eficiencia energética. Gracias a la automatización y monitoreo en tiempo real, se ha

logrado reducir el desperdicio de electricidad, especialmente durante los picos de demanda [43]. Por estas razones, la implementación de casas inteligentes en ciudades como Mexicali, donde las condiciones climáticas extremas elevan el consumo energético, podría tener un impacto positivo considerable. No solo contribuirían a la reducción del consumo eléctrico, sino que también podrían ayudar a mitigar la problemática ambiental derivada de los RAEE. La tecnología está disponible, y los beneficios son evidentes; sin embargo, es fundamental que los gobiernos y las instituciones trabajen conjuntamente para promover políticas que faciliten la adopción de estas tecnologías, a través de incentivos económicos y programas de concienciación pública como lo veremos más adelante [6].

2.2.1 Evaluación de causa y efecto en el consumo eléctrico

El consumo eléctrico en las viviendas está influenciado por una variedad de factores socioeconómicos y ambientales. Entre estos, el clima extremo y la ubicación geográfica juegan roles determinantes. Mexicali, ubicada en la frontera norte de México, es un ejemplo claro de cómo estas variables pueden afectar el consumo energético, por lo tanto, sus facturas eléctricas se ven incrementadas de forma considerable. Se comenta que el hecho de agregar detalles más específicos en el recibo de luz podría ayudar a disminuir el consumo, así como enseñar al consumidor la forma de leerlos mediante información en internet o folletos entregados junto con el recibo eléctrico, también colocando medidores de gasto en tiempo real dentro de la casa que se utilicen con aplicaciones de celular o servicios en línea. Cualquiera que sea la forma en que el consumidor pueda obtener más información sobre su CE o tenga la facilidad de leerlo lo volverá más responsable sobre el consumo de este, pues es consciente de la necesidad de ahorrar energía y de los beneficios que puede traer hacerlo, y puede convertir esta necesidad en un hábito que le haga tomar decisiones para

reducir el consumo, ya sea por motivos económicos o para ayudar al medio ambiente [44]. Esta cadena de causa y efecto es explícitamente descrita por Wilhite y Ling [45] como:

Mayor retroalimentación → Aumento de la conciencia o del conocimiento → Cambios en el comportamiento de uso de energía → Disminución del consumo

Stikvoort B, (2022) [46] aborda el comportamiento proambiental en los diferentes tipos de individuo y como se deberían analizar las diferentes variables que influyen en él, por ejemplo, existen diferencias individuales en las intenciones y motivaciones proambientales, moldeadas por sus creencias y valores personales. Enfatiza la necesidad de analizar la variabilidad para conocer cómo se relacionan entre sí, incluyendo también el nivel de estudio, la edad y su círculo cercano, nos dice que un análisis o instrumento es necesario para identificar los patrones generales entre las intenciones pues están influenciadas por motivaciones intrínsecas como extrínsecas, como la preocupación social y ambiental. Por eso al medir el CE dentro de una vivienda es importante tomar las variables sociales necesarias para descifrar su comportamiento. Existen estrategias más eficientes como lo son los sistemas de manejo de energía, que facilita y automatiza la electricidad utilizada en los dispositivos en casa [47], estas se vuelven muy importantes pues, por ejemplo, para que las energías renovables puedan funcionar primero se debe optimizar la energía, es decir disminuir el gasto por el usuario final del CE, en ese caso el habitante [48], creando tareas básicas como aumentar la temperatura del aire acondicionado con confort en lugar de tener un clima frío por la creencia de que esta enfriara más rápido.

2.2.2 Diseño de experimentos para las variables del consumo eléctrico

Existen tres grandes motivaciones por las que un habitante decide comprar un dispositivo inteligente, el habitante decide por su propia cuenta comprar un dispositivo tomando en cuenta la eficiencia energética, el cuidado de su salud y mejorar su calidad de vida [49].

Para identificar la variable que define al ahorro de CE Se aplica el Diseño de Experimento (DOE, por sus siglas en inglés) estructurado y analizado basado en la propuesta que presenta Montgomery (2014) [50]. Quien define un diseño de experimentos como "un enfoque sistemático para la planificación y análisis de experimentos con el objetivo de obtener información válida, confiable y relevante con el menor costo posible". Presenta la implementación del DOE para establecer los efectos significativos de un conjunto de variables en una respuesta o variable de interés. El objetivo es encontrar una configuración óptima de las variables independientes que maximice o minimice la respuesta. Establece que el diseño de experimentos es una herramienta de importancia en la ingeniería y puede redundar en la mejora en el rendimiento del proceso, reducción del tiempo de desarrollo y la reducción de los costos globales.

También señala los tres principios básicos del diseño experimental: la realización de réplicas, la aleatorización y la formación de bloques”, este trabajo se enfocará en el tercero, la formación de bloques, debido a la alta cantidad de variables que podrían influir al momento de implementar la tecnología y de cómo la rutina diaria del habitante pudiera cambiar dependiendo de los factores que lo rodean. Los bloques se utilizan para agrupar unidades experimentales que tienen características similares que podrían influir en la respuesta del experimento, por lo tanto, al formarlos se pueden reducir las variables en las respuestas y mejorar la precisión de las estimaciones de los resultados. El autor describe tres tipos de bloques, aleatorios, aleatorizados y no aleatorizados.

El primer paso en el DOE es definir claramente el problema y los objetivos del estudio. Para ello es importante hacer las siguientes preguntas:

- ¿Que se plantea resolver al terminar el siguiente experimento?
- ¿Cuál será la variable de respuesta?

Para la variable de respuesta, es importante asegurarse de que esa variable proporcione información útil sobre el proceso de estudio y considerar la eficiencia de los instrumentos de medición y su posible efecto. En algunos casos, puede ser necesario medir varias veces cada unidad experimental y usar el promedio de las mediciones, en este caso realizaremos el proceso y lo compararemos con el consumo que del recibo de CFE para así conocer el margen de error. Es importante definir claramente la respuesta de interés y en cualquier caso podrían ser varias. Se plantea las siguientes variables de respuesta.

CE total en un periodo facturado (un mes) del recibo de CFE, medido en WATTS comparado al medir, mayores consumidores (electrodomésticos, WATTS), factor de cambio.

- ¿Cuáles son, o podrían ser las variables directas o indirectas que podrían afectar la variable de respuesta?

Al considerar los factores que pueden afectar el desempeño de un proceso o sistema en un experimento, se pueden clasificar en factores potenciales del diseño o factores perturbadores, es decir como factores directos o indirectos. Es común tener muchos de estos factores por lo que es útil clasificarlos en factores del diseño (los seleccionados a estudiar), factores que se mantienen constantes (variables que pueden afectar la respuesta, pero no son de interés) y factores que pueden variar. El diseño estadístico de experimentos es el proceso con el cual se hará la planeación del experimento de forma que este logre recuperar los datos suficientes y adecuados para que puedan analizarse con métodos estadísticos que llevara a una conclusión valida y objetiva.

2.2.3 Costo-beneficio de las tecnologías en casas inteligentes

El análisis de costo-beneficio (ACB) es una herramienta para ayudar en la selección de proyectos para aumentar el bienestar social, enfocado a aumentar el bienestar de las personas. Como el cambio en la utilidad de cierto beneficio no se puede medir, se usan estrategias de valoración

monetarias sobre los diferentes factores que lo atribuyen. Los beneficios y costos deben ser identificados y valorados, su agregación implica la comparación de ganancias y pérdidas para diferentes individuos y diferentes momentos del tiempo o en un lapso específico.

En la evaluación del proyecto, es necesario comparar el ecosistema que se va a investigar a como existe con o sin el proyecto, construir el contrafactual, un mundo dinámico imaginado que evoluciona sin la perturbación introducida por el proyecto y así prever el mundo con el proyecto, prediciendo el cambio con respecto al contractual que ha creado previamente.

La transparencia y la evaluación existentes después pueden ayudar a evitar errores indetectables y tergiversaciones estratégicas. El criterio básico con el cual se decide si un proyecto es deseable es el criterio de compensación de Kaldor-Hicks. Su lógica es simple: el proyecto es socialmente correcto si los ganadores pueden compensar a los perdedores y seguir siendo ganadores, hipotéticamente. El criterio de compensación potencial trata de buscar la equidad ya que un proyecto que pase la prueba sin utilizar el criterio podría tener consecuencias distributivas indeseables. Kaldor y Hicks (año) proponen que una política económica es deseable, si los perjudicados con ella pueden ser más que compensados (hipotéticamente) por los que se benefician [51]. El análisis de costo-beneficio puede comparar los beneficios y costes sociales como concentrarse solo en los ingresos y costos monetarios [52].

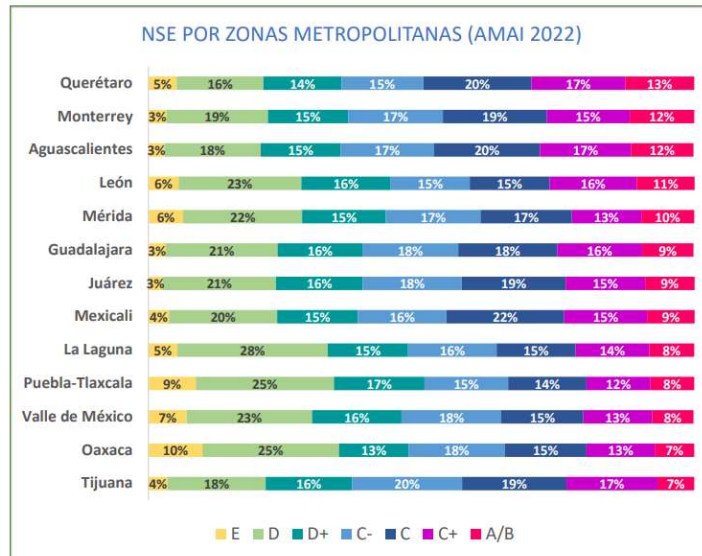
2.3 Influencia del nivel socioeconómico medio en la adopción de tecnologías

Según la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI) el índice de Niveles Socioeconómicos (NSE) “es la regla, basada en un modelo estadístico, que permite agrupar y clasificar las viviendas mexicanas en siete niveles, de acuerdo con su capacidad para satisfacer las necesidades de sus integrantes” [53]. AMAI actualmente clasifica según la "Regla

NSE 2022". Esta regla es un algoritmo desarrollado por el Comité de Nivel Socioeconómico, que mide el nivel de satisfacción de las necesidades básicas del hogar. Esta regla produce un índice que divide los hogares en siete niveles en función de seis características:

- Educación del hogar
- Número de habitaciones
- Número de baños completos
- Número de empleados de 14 años o más
- Número de automóviles
- Propiedad de Internet

El nivel socioeconómico medio dentro del AMAI se clasifica en el nivel C (C-, C, C+) y se basa en puntajes que relacionan a los habitantes dentro de la vivienda (Anexo 2). En la figura 5 se presenta como el AMAI distribuye los niveles socioeconómicos en las diferentes zonas metropolitanas principales de México, en la cual se incluye Mexicali, en la que se puede notar que el nivel socioeconómico medio en Mexicali representa el 53%.



Fuente: AMAI, (2022) [54]

Figura 6 Comparativo de la distribución de niveles socioeconómicos de la regla AMAI

2.3.1 Apoyos gubernamentales para la aplicación de tecnologías inteligentes en la vivienda

Los apoyos gubernamentales juegan un papel estratégico en la adopción de tecnologías inteligentes en la vivienda mediante diversas estrategias de incentivos económicos y regulatorios. Los subsidios y descuentos son mecanismos esenciales que facilitan la adquisición de dispositivos como paneles solares y baterías, reduciendo significativamente los costos iniciales y fomentando la inversión en soluciones de energía renovable. Estos incentivos económicos promueven que las tecnologías sostenibles sean más accesibles para los consumidores, acelerando su adopción [55]. Las reducciones fiscales también son una herramienta efectiva de apoyo gubernamental. A través de créditos y deducciones fiscales, haciendo más viable su inversión. Estas políticas fiscales alivian la carga financiera y fomentan la adopción de tecnologías que de otro modo serían caras difíciles de adquirir.

Las leyes y regulaciones desempeñan un papel fundamental en la promoción de tecnologías inteligentes, estableciendo estándares de eficiencia energética y abordando aspectos críticos como la privacidad y la seguridad de los datos [56]. Por ejemplo, el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) de la Unión Europea asegura la protección de los derechos de los consumidores mientras fomenta la innovación tecnológica. La participación de las viviendas en la gestión energética, tanto activa como pasiva, está influenciada por las tecnologías disponibles y las interfaces comunicativas, como las aplicaciones móviles [55]. Las interfaces tecnológicas intuitivas que facilitan la comprensión de innovaciones que ayudan al medio ambiente y de precios son esenciales para involucrar a los usuarios. Los incentivos económicos, como descuentos en los impuestos de energía y precios más bajos durante las horas de menor demanda, motivan a los usuarios a adoptar estas tecnologías, promoviendo prácticas de consumo energético más sostenibles [57]. En países como Suecia, los desarrolladores de proyectos se centran en la funcionalidad y la interfaz de usuario de los dispositivos inteligentes, utilizando notificaciones y aplicaciones para informar a los usuarios sobre su consumo de energía y cómo hacerlo más sostenible. Proyectos como InteGrid destacan la importancia de una interacción eficiente y efectiva con los usuarios finales mediante el uso de pantallas para mostrar patrones de consumo y ofrecer recomendaciones [58].

A pesar de los beneficios, existen desafíos, como no incluir los contextos socioculturales y políticos en los que se implementan estas tecnologías. La participación de los usuarios, que implica recibir retroalimentación y tomar decisiones informadas, se contrapone a la inscripción pasiva, donde los dispositivos de control gestionan automáticamente el consumo energético, y aunque Mexicali cuenta con su propio apoyo gubernamental, este opta solo por otorgar un apoyo monetario directo al consumidor en las épocas de mayor consumo eléctrico, sin embargo, no por educarlo para reducir el consumo.

En resumen, los apoyos gubernamentales son fundamentales para la implementación de dispositivos inteligentes y tecnologías avanzadas en el sector residencial. Las políticas y regulaciones de eficiencia energética, junto con los incentivos financieros y los programas de medición inteligente, han logrado reducir el consumo de energía y mejorar la eficiencia operativa. Sin embargo, se necesita una mayor claridad normativa y un apoyo legislativo continuo para maximizar el potencial de estas tecnologías y asegurar un desarrollo sostenible a largo plazo.

2.3.2 Factores socioeconómicos en la adopción de tecnologías

La adopción de tecnologías está fuertemente influenciada por una variedad de factores socioeconómicos. La implementación de tecnologías inteligentes en Mexicali presenta una oportunidad significativa para mitigar los altos niveles de consumo eléctrico. Estas tecnologías pueden optimizar el uso de sistemas de aire acondicionado y otros dispositivos eléctricos, ajustando automáticamente su operación para maximizar la eficiencia energética. La motivación financiera, ambiental y tecnológica pueden influir significativamente en la disposición de las viviendas para participar en implementación de tecnologías para eficiencia energética [59]. Además, factores como el conocimiento y la confianza en la tecnología también son determinantes para su adopción, como los sistemas de medición inteligente [60]. Los factores socioeconómicos también incluyen elementos que afectan tanto a las razones para la adopción como a las barreras percibidas. Estos pueden ser positivos como la cohesión comunitaria y el apoyo institucional, o negativos, como la falta de información y la poca creencia en la ayuda que podrían proporcionarnos [61]. Además, la característica de la vivienda puede anunciar las conductas del habitante, como el tipo de familia y el tamaño, así como factores económicos como el ingreso, y el nivel de desarrollo del país; todo esto influye notablemente en las practicas energéticas [59]. Es importante destacar que el comportamiento

de la colonia y la identificación con el grupo también son factores determinantes que pueden potenciar la adopción, a través de información en la red o líderes de opinión al crear competencia [62]. La importancia de una brecha actitud-comportamiento también se ha identificado como una limitación importante. Esta brecha se refiere a la discrepancia entre lo que la gente piensa que los motiva y lo que realmente los hace, lo cual puede ser mitigado mediante intervenciones que consideren tanto factores individuales como sociales. Los factores políticos y la infraestructura también interfieren en estos resultados, la existencia de un entorno regulador favorable y la colaboración entre sectores público y privado son clave para el éxito en las estrategias de adopción.

Es importante mencionar que el bajo poder adquisitivo que podría tener el habitante influye negativamente en la adquisición de la tecnología, pues decide invertir en otros bienes en los que puede adquirir una satisfacción inmediata. La desinformación, y la falta de apoyo gubernamental son otros factores que podrían influir directamente.

2.3.3 Impacto de la adopción de tecnologías en el medio ambiente y la economía

El modelo de aceptación de tecnología (TAM, Technology acceptance model) [63] es el más utilizado generalmente para predecir y explicar el comportamiento del usuario hacia la aceptación y el uso de las nuevas tecnologías. El TAM define cuatro complementos que se utilizan: Facilidad al utilizarlo, la intención de uso, actitud hacia la tecnología en cuestión y la utilidad percibida. La utilidad percibida y la actitud determinan la intención de uso. La actitud hacia el uso de una tecnología se ve afectada por la facilidad de uso y la utilidad percibida, además, la facilidad de uso percibida también influye positivamente en la percepción de utilidad. En el contexto de CI, definimos estas construcciones de la siguiente manera:

- La utilidad percibida como el grado en que un usuario cree que el uso de la tecnología en su vivienda mejorara su calidad de vida.
- Facilidad de uso percibida es el grado en que el uso de CI sería libre de esfuerzo físico y mental.
- Actitud hacia el uso de CI se define como el grado de evaluación positiva o negativa del usuario o sentimiento sobre el uso de la tecnología en su hogar.
- La facilidad de uso se define como una indicación o una medida de la preparación que tiene el usuario para la tecnología [64].

2.4 Sostenibilidad electrónica. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)

RAEE se refiere a cualquier equipo eléctrico o electrónico que haya llegado al final de su vida útil o que ya no esté en uso, incluyendo una alta gama de artículos como computadoras, celulares, entre otros [65]. Pueden contener sustancias o materiales tóxicos que pueden causar contaminación ambiental y presentar riesgos para la salud. Su reciclaje o reincorporación inadecuada pueden provocar enfermedades graves. En la actualidad la generación de este tipo de residuos tiene un crecimiento importante, lo que es consecuente del desarrollo constante de las nuevas tecnologías y que provoca que los equipos se vuelvan obsoletos rápidamente.

La Organización para la cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) define a los RAEE como “cualquier dispositivo alimentado a través de un suministro de energía eléctrica que ha llegado al final de su vida útil [66]. En México se consideran los RAEE como residuos especiales, o de manejo especial;, enmarcados dentro de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos, los define como aquellos que no tienen las características suficientes para nombrarlos residuos peligrosos; aunque no se consideren residuos peligrosos, representan un problema ambiental

por lo cual a partir del año 2012, derivado de la publicación de la NOM-161-SEMARNAT-2011, se creó la obligación de presentar un plan dentro de las empresas o a nivel social para los RAEE [67].

2.4.1 Legislación y normativas. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Tiene como objetivo establecer los criterios y lineamientos para la prevención y gestión integral de los residuos, con el fin de proteger el medio ambiente y la salud humana. La disposición de los residuos es de orden público e interés social por lo cual debe tener como objetivo garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y promover la prevención, valorización y gestión de los RAEE. La ley tiene como puntos principales la valorización de los dispositivos, la responsabilidad compartida del individuo y el manejo integral, considerando la eficiencia ambiental, tecnología, económica y social, que establece mecanismos de coordinación entre la federación, las entidades y los municipios en materia de prevención, valorización y gestión integral de residuos. Regula la generación y manejo integral de los residuos peligrosos y establece responsabilidades para los involucrados en su cadena de suministro, la clasificación de residuos según la LGPGIR se demuestra en la tabla 2.

Tabla 2 Clasificación de los residuos según la LGPGIR.

| Tipo de residuo | Descripción | Ejemplos |
|-----------------------------|---|--|
| Residuos peligrosos | Presentan características o propiedades que hacen a los residuos un peligro para la salud humana o el medio ambiente. | Sustancias químicas, materiales inflamables, tóxicos corrosivos, explosivos |
| Residuos sólidos urbanos | Son los generados en domicilios particulares, comercios, servicios, o en cualquier actividad que se desarrolle en zonas urbanas | Residuos orgánicos, papel, cartón, plástico, vidrio, metal, textiles |
| Residuos de manejo especial | Tienen características específicas, y pueden causar daños al medio ambiente o a la salud | Residuos de construcción, residuos industriales no peligrosos, llantas, residuos médicos |

Fuente: propia, con base en la ley general para la prevención y gestión de los residuos (2023)

La ley dice que las entidades federativas y los municipios deben elaborar e implementar un programa local para la gestión de los residuos sólidos urbanos y los de manejo especial que incluya el diagnóstico básico de los residuos correspondiente a su competencia, que precise la capacidad y efectividad de la infraestructura. Se debe establecer una política local conforme a los residuos y definir sus objetivos y metas para mejorar la gestión, así como las estrategias y plazos para su cumplimiento. Debe establecer el financiamiento requerido y la obtención de este, además de fomentar la información desde las viviendas y finalmente ofrecer asistencia técnica en caso de ser necesarios. En el artículo 98 de la ley específica que los municipios deberían llevar a cabo acciones para la prevención, valorización y gestión integral de los residuos de manejo especial y establece que los distribuidores deberían hacerse caso de los residuos, caso que no está sucediendo en la ciudad [68].

2.4.2 Norma oficial mexicana: NOM-161-SEMARNAR-2011

La norma dice lo siguiente:

“Establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo [68].

Los planes de manejo son instrumentos regulatorios de política ambiental. Estos planes involucran a los productores, exportadores, importadores y distribuidores de productos para que tomen acciones para maximizar el aprovechamiento y valoricen los residuos, considerando que en las acciones sean ambientalmente sostenibles, económicamente factibles y socialmente aceptables. En la tabla 3 se muestra el listado de los residuos de manejo especial que incluye la norma, incluyendo

a los que pertenecen a la clasificación VII. Productos que al transcurrir su vida útil se desechan, de la subcategoría a) Residuos tecnológicos de las industrias de informática y fabricantes de productos electrónico y clasificación c) otros que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico y que sean generados por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas por residuo al año:

Tabla 3 Listado de los residuos de manejo especial

| | |
|--|---|
| Computadoras personales de escritorio y sus accesorios | Computadoras personales portátiles y sus accesorios |
| Teléfonos celulares | Monitores con tubos de rayos catódicos (incluyendo televisores) |
| Pantallas de cristal líquido y plasma (incluyendo televisores) | Reproductores de audio y videos portátiles |
| Cables para equipos electrónicos | Impresoras, fotocopiadoras, y multifuncionales |
| Aires acondicionados | Lavadoras |
| Secadoras | Hornos de microondas |

Fuente: NOM-161-SEMARNAR-2011 (2020)

2.4.3 Análisis del ciclo de vida de los dispositivos electrónicos y economía circular

El ciclo de vida de un dispositivo electrónico en la actualidad puede ser de 2 a 5 años debido al alto consumo del habitante con base a la moda del producto, de las actualizaciones constantes del dispositivo y de su forma de fabricación para que este se vuelva obsoleto en poco tiempo con la obsolescencia programada de forma de que el consumidor pueda seguir comprando nuevos productos. La eficiencia de los dispositivos ha disminuido considerablemente convirtiendo al fabricante en uno no responsable [69].

En una economía circular, los materiales y productos deben reutilizarse, reciclarse y recuperarse en lugar de descartarse [70]. Las empresas que desean convertirse en “verdes” o “empresas limpias” (empresas comprometidas con el medio ambiente) deberían ofrecer soluciones basadas en tales actividades. En 2014 Accenture [71] sugirió cinco tipos de modelos circulares: suministros circulares, recuperación de recursos, extensión de la vida útil del producto, plataformas

compartidas y producto como servicio. Bocken (2016) sugirió el modelo de rendimiento de acceso, el cual amplía el valor del producto y aumenta el tiempo de vida normal de este y los estableció como estrategias en el ámbito industrial de un negocio circular [72]. Los dispositivos electrónicos, en pocas palabras, se deberían poder reutilizar por completo para volverse equipos remanufacturados que son el resultado de un proceso de reutilización que repara, reemplaza o restaura componentes de un producto que ya no es útil y tiene como objetivo garantizar una “operación comparable a un producto nuevo similar” [73]. Aquí el énfasis está en vender el dispositivo por el uso que este ofrece y no por el producto en sí. Sin embargo, siempre la mejor solución será reducir el residuo, y así no caer en la necesidad de reutilizarlo.

Capítulo 3 - Metodología

La metodología se divide en tres partes: medición de referencia, aplicación de encuesta y análisis costo-beneficio. Esta investigación se realizó en la ciudad de Mexicali en el sector socioeconómico medio, esto debido a los costos de los dispositivos inteligentes y el nivel adquisitivo del habitante.

3.1 Medición de referencia

Para conocer el porcentaje y los principales consumidores eléctricos dentro de la vivienda, se tomó como objeto de estudio una casa de nivel socioeconómico medio, que tuviera la mayoría de los electrodomésticos listados en la encuesta, esto con el fin de encontrar la distribución eléctrica, basada en porcentajes para poder ser utilizada como referencia en los datos de la encuesta y en la tabla de consumo eléctrico por electrodoméstico.

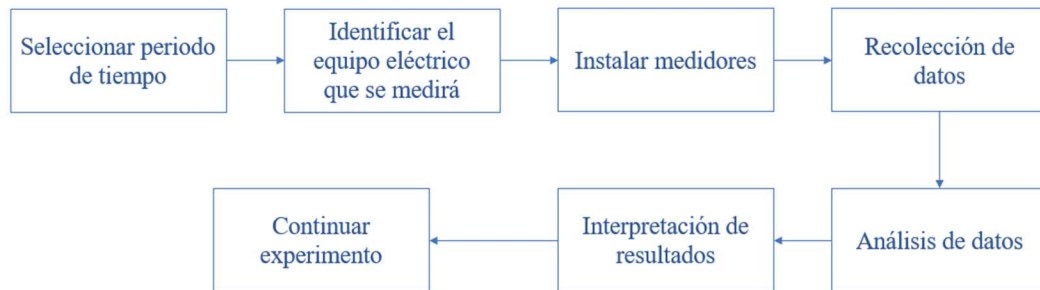


Figura 7 Propuesta de metodología para la obtención del CE.

Seleccionar el periodo de tiempo: se medirá la vivienda en un periodo de seis meses, para identificar los cambios de temperatura dentro, el consumo en cada periodo y las diferentes tarifas de consumo de CFE.

Identificar el equipo eléctrico que se medirá: Para la primera casa se obtuvo el mapa arquitectónico de la figura 8 con los dispositivos identificados que se midieron. Se desglosaron todos los dispositivos eléctricos y electrónicos que existen en ella, para así conocer el CE de cada uno de ellos y para facilitar el cálculo en la implementación de los dispositivos inteligentes.

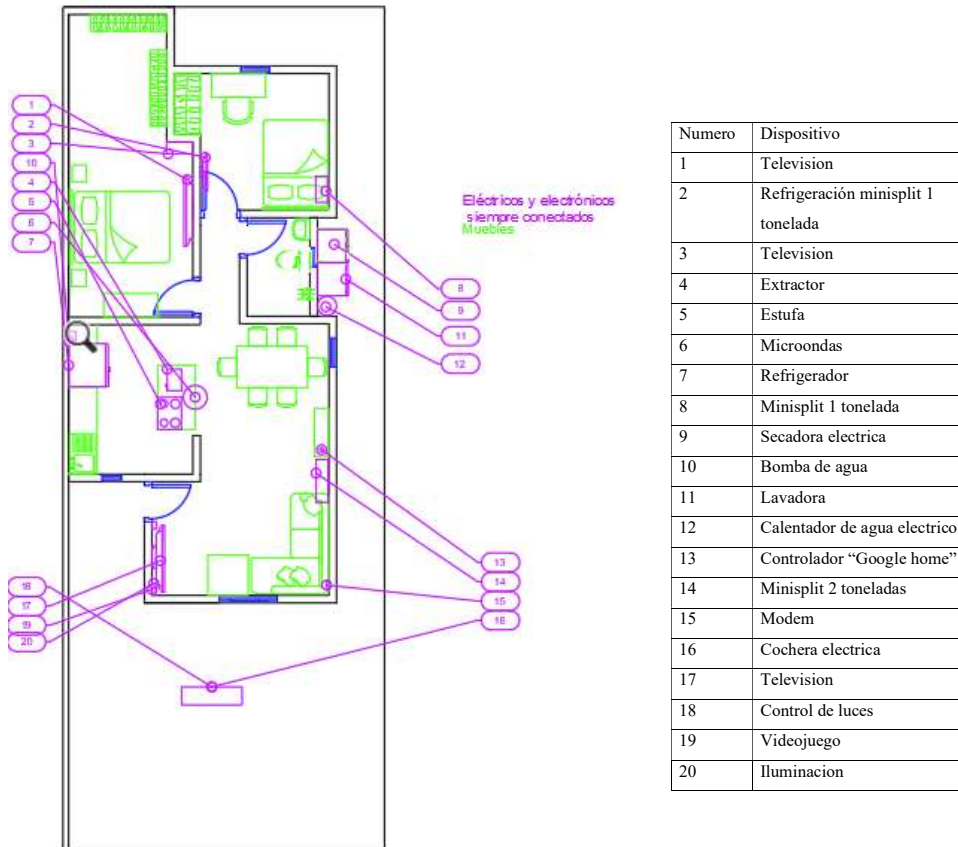


Figura 8 Distribución de los eléctricos y electrónicos de la vivienda de prueba.

Instalar medidores: En la figura 8 se presenta mapa de donde se instalaron los medidores. Para conocer el CE en la vivienda se determinó hacer la medición real de cada dispositivo eléctrico y electrónico dentro, de forma que nos permitiera conocer la variable con respecto al CE generado por el recibo de luz y los electrodomésticos que generan un mayor gasto eléctrico para obtener porcentajes de consumo.

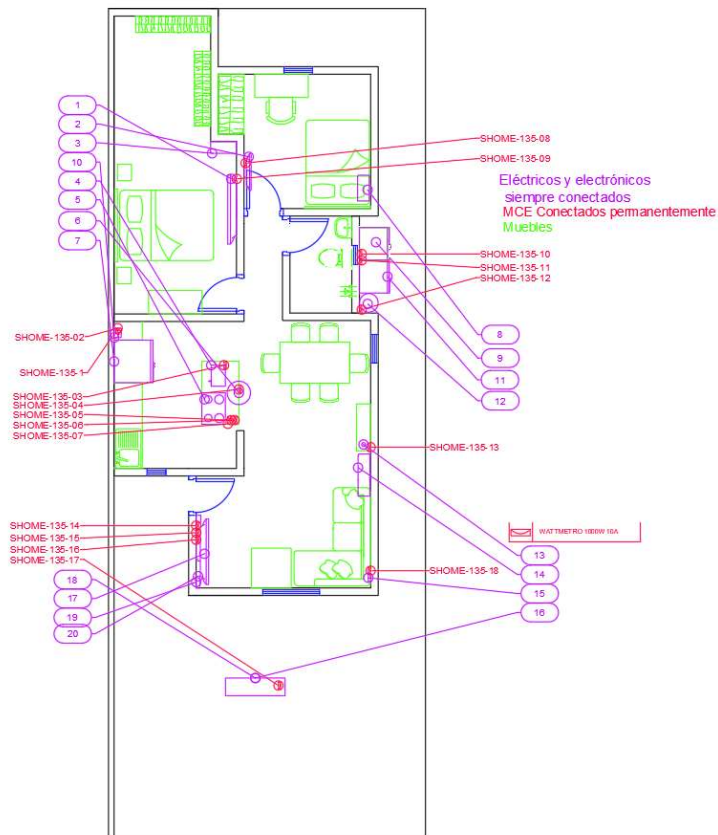


Figura 9 Distribución de los eléctricos y electrónicos de la vivienda de prueba y medidores eléctricos.

Recolección y análisis de datos: El periodo de tiempo se especificó al inicio de este tema, un periodo de CE establecido por CFE, se recolectarán los datos de CE diarios, de esta forma ver cómo influyen dentro de cada día de la semana y ver si existe una variable dentro de esta medición.

Interpretación de resultados: Se interpretó mediante tablas con los consumos eléctricos de cada electrónico y eléctrico de la vivienda, se buscó establecer un porcentaje para cada dispositivo que consuma electricidad dentro del periodo facturable para después reinterpretarlos con la encuesta, de forma que se identifique también si un electrodoméstico es relevante o no. Se agrega la

información a la tabla de consumo eléctrico por electrodoméstico para tomarse en cuenta junto con los datos obtenidos en artículos científicos.

3.2 Aplicación de encuesta

Una vez obtenidos los porcentajes de CE en la vivienda, se buscó conocer el CE aplicando una encuesta (Anexo 1) en una muestra determinada de viviendas de nivel socioeconómico medio.

Para la aplicación de la encuesta se presenta la metodología de la figura 10:

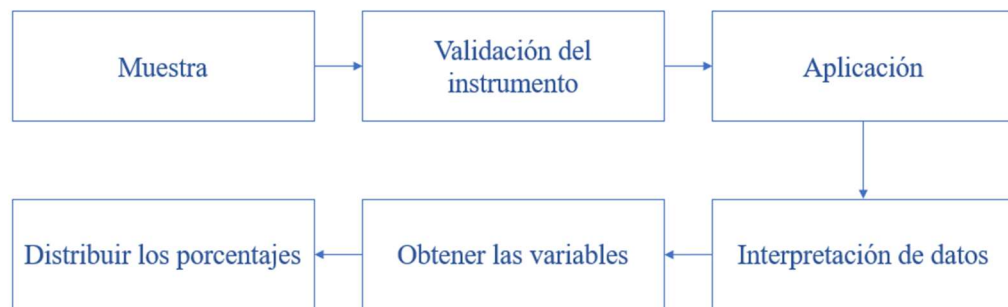


Figura 10 Metodología para la aplicación de encuesta.

El instrumento se diseñó en cinco bloques: Datos sociodemográficos del encuestado, datos sociodemográficos del jefe de familia, datos de la vivienda, percepción del encuestado sobre dispositivos inteligentes y uso eficiente de energía y gestión de equipos eléctricos y electrónicos y actitudes hacia el medio ambiente. El primer y segundo bloque incluye datos generales como: edad, nivel de estudios, profesión, dirección, personas con las que vive. En tercer bloque se habla sobre la distribución de la vivienda, esto para conocer el nivel socioeconómico del habitante; cuartos, baños. En esta sección también se pregunta sobre los dispositivos eléctricos y electrónicos para obtener la distribución eléctrica, de forma en que se pueda hacer el desglose del CE, el plan de ahorro energético, el cálculo de RAEE que podría generar el hogar o podría disminuir. En el bloque 4 se pregunta sobre el interés en los dispositivos inteligentes, se busca identificar en que porcentaje a la población le

interesa adquirirlos, cuáles son los beneficios que percibe de ellos, cuáles serían las barreras y si estaría dispuesto a pagar más por ellos de ser necesario. En el quinto bloque se enfoca en todo lo que tiene que ver con los RAEE, aquellos problemas que percibe el encuestado sobre ellos y su disposición final, además se identificó de qué manera adquiere sus electrodomésticos, en donde, para saber en dónde terminarían estos residuos, y, por último, que hace al final de su vida útil.

3.2.1 Muestra

Para seleccionar la muestra de la encuesta se tomó como base la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México, en el año 2020, sobre la composición de la población por estrato socioeconómico, reporta que el 39.8% pertenecen al nivel socioeconómico medio en México. Es importante destacar que se debe analizar por estrato socioeconómico las viviendas para este caso de estudio, porque el nivel adquisitivo no debe ser una barrera al comprar la tecnología, es por ello que se decidió seleccionar del nivel medio al alto para esta investigación identificado de la propuesta que presenta el AMAI.

En concepto de nivel socioeconómico medio puede variar, por lo tanto, se establece que en INEGI se define en función de factores como la educación, el ingreso y las condiciones de vivienda [74].

En 2015 en la ciudad de Mexicali existían un total de 291.763 viviendas, con una población de 988, 417 habitantes. Actualmente Mexicali cuenta con un 1,049,000 habitantes [75], entonces:

Ecuación 1

$$\% \text{ de crecimiento} = (\text{valor final} - \text{valor inicial}) / \text{valor inicial} \times 100\%$$

$$(1,049,000 - 988,417) / 988417 \times 100\%$$

$$.0609 \times 100\%$$

$$\% \text{ de crecimiento} = 6.09\%$$

Con base en la estadística podríamos decir que el número de viviendas habitadas actual en la ciudad de Mexicali en 2023 es de 309,531, siendo solo el 39.8% de nivel socioeconómico medio según la INEGI, lo que nos da un total de 123,193 hogares, dichas viviendas serán nuestra población de interés. Para el nivel de confianza y el margen de error tomaremos un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, con el propósito de que nuestra información sea fiable para la investigación.

Entonces se obtiene que la ecuación 2 se utiliza cuando se conoce el tamaño de la población es [76]:

Ecuación 2

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

donde:

n = muestra

Z = valor crítico de la distribución normal estándar, para un 95%, Z es 1.96

p = variabilidad positiva, es .5

q = variabilidad negativa, es .5

N = Tamaño de la población, son 123,193 viviendas

E = Precisión o error deseado (.05)

Una vez sustituidos los datos obtenemos la ecuación 3.

Ecuación 3

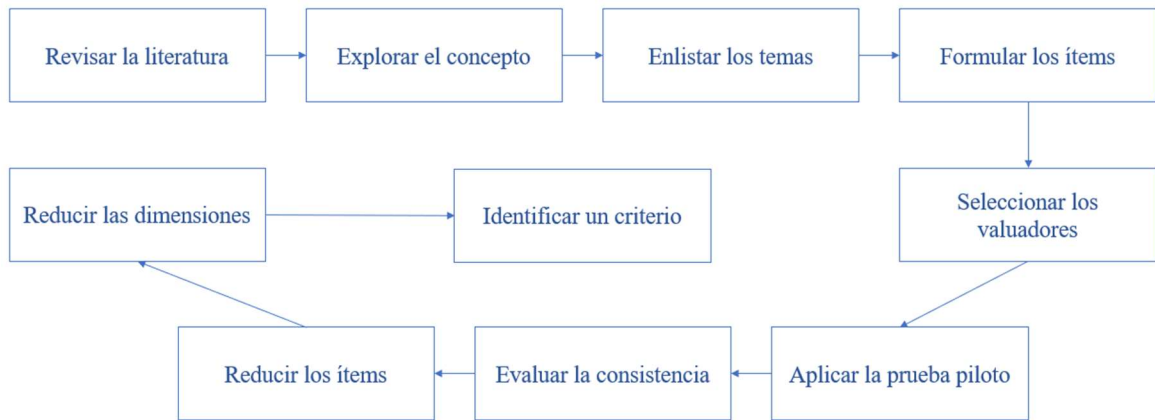
$$n = \frac{1.96^2((.5)(.5)(123193)}{123193(.05)^2+(1.96)^2(.5)(.5)}$$

$$n = 382.9658$$

Se obtiene que se debe aplicar el instrumento en un total de 383 casas.

3.2.2 Validación del instrumento

La encuesta se validó según la metodología de Supo (2013), en la figura 10 se presentan los pasos a seguir. [77].



Fuente: Modificado de Supo, 2013

Figura 11 Pasos para la validación de un instrumento.

El primer paso para validar un instrumento es revisar la literatura, de lo cual se obtiene lo siguiente:

Revisión de la literatura

Se hizo una búsqueda literaria sobre los principales electrodomésticos utilizados en México y las variables representativas buscadas en esta encuesta, se obtiene que el tamaño de un hogar en México promedio es de 3.55 habitantes, mientras que en hogares de Baja California es de 3.29, sin obtener información específica de Mexicali. En la tabla 6 podemos encontrar que una persona gasta en promedio en México 1,523.00 pesos entre combustibles y electricidad, representando el 5.1% del gasto mensual total de la vivienda, sin especificar cuanto porcentaje es para el gasto eléctrico. En la tabla 7 se presenta el incremento del gasto en combustibles y electricidad en la vivienda a 2601 pesos,

representando el 7% del gasto total mensual del habitante, de nuevo sin especificar cuanto es el gasto eléctrico.

Tabla 4 Habitantes por vivienda en México según la INEGI

| Características sociodemográficas y económicas (promedio de personas) | ENIGH 2016 | ENIGH 2018 | ENIGH 2020 | Variación Porcentual | Variación Porcentual |
|---|------------|------------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | 2016-2018 | 2018-2020 |
| Tamaño del hogar | 3.66 | 3.60 | 3.55 | -1.7 | -1.5 |
| Integrantes del hogar menores de 15 años | 1.00 | 0.93 | 0.85 | -6.7 | 9.1 |
| Integrantes del hogar de 15 a 64 años | 2.38 | 2.37 | 2.37 | -0.4 | 0.1 |
| Integrantes del hogar de 65 y más años | 0.29 | 0.30 | 0.33 | 4.6 | 10.9 |
| Integrantes de 15 y más años económicamente activos | 1.74 | 1.75 | 1.73 | 0.4 | -1.0 |
| Integrantes del hogar de 15 y más años no económicamente activos | 0.93 | 0.92 | 0.97 | -0.4 | 5.1 |
| Perceptores por hogar | 2.54 | 2.38 | 2.25 | -2.9 | -5.6 |
| Integrantes del hogar ocupados | 1.69 | 1.70 | 1.64 | 0.5 | -3.3 |

Fuente: INEGI, (2022, p. 12)

Tabla 5 Habitantes por vivienda en Baja California

| Características sociodemográficas y económicas (promedio de personas) | ENIGH 2018 | ENIGH 2020 | Variación Porcentual |
|---|------------|------------|----------------------|
| | | | 2018-2020 |
| Tamaño del hogar | 3.38 | 3.29 | -2.8 |
| Integrantes del hogar menores de 15 años | 0.85 | 0.75 | -11.8 |
| Integrantes del hogar de 15 a 64 años | 2.31 | 2.28 | -1.6 |
| Integrantes del hogar de 65 y más años | 0.22 | 0.26 | 18.5 |
| Integrantes de 15 y más años económicamente activos | 1.62 | 1.57 | -2.9 |
| Integrantes del hogar de 15 y más años no económicamente activos | 0.92 | 0.97 | 5.7 |
| Perceptores por hogar | 2.03 | 2.02 | -0.4 |
| Integrantes del hogar ocupados | 1.56 | 1.50 | -4.0 |

Fuente: INEGI (2022, p. 12) [78]

Tabla 6 Principales gastos en las viviendas de México

| Rubros específicos del gasto | Promedios (pesos) | | | Distribución Porcentual | Rubros específicos del gasto | Promedios (pesos) | | | Distribución Porcentual |
|------------------------------|-------------------|------------|------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|------------|------------|-------------------------|
| | ENIGH 2016 | ENIGH 2018 | ENIGH 2020 | | | ENIGH 2016 | ENIGH 2018 | ENIGH 2020 | |
| Gasto corriente monetario | 33687 | 34329 | 29910 | 100 | Gasto corriente monetario | 33687 | 34329 | 29910 | 100 |
| Carne | 2133 | 2131 | 2243 | 7.5 | Cuidados de la salud | 910 | 901 | 1266 | 4.2 |
| Cuidados personales | 1846 | 1913 | 1816 | 6.1 | Verduras | 1052 | 1080 | 1162 | 3.9 |
| Educación | 2915 | 2947 | 1789 | 6 | Alquileres brutos | 1182 | 1197 | 1161 | 3.9 |
| Combustibles para vehículos | 1854 | 2148 | 1779 | 5.9 | Transporte público | 1753 | 1776 | 1011 | 3.4 |
| Comunicaciones | 1483 | 1530 | 1703 | 5.7 | Leche y sus derivados | 988 | 934 | 893 | 3 |
| Cereales | 1639 | 1648 | 1650 | 5.5 | Transferencias | 989 | 961 | 884 | 3 |
| Electricidad y combustibles | 1399 | 1489 | 1523 | 5.1 | Bebidas alcohólicas y no alcohólicas | 821 | 815 | 854 | 2.9 |
| Alimentos fuera del hogar | 2600 | 2759 | 1520 | 5.1 | Adquisición de vehículos | 829 | 857 | 717 | 2.4 |
| Cuidados de la casa | 1504 | 1534 | 1492 | 5 | Vestido | 959 | 943 | 574 | 1.9 |
| Otros alimentos diversos | 1022 | 1114 | 1349 | 4.5 | Esparcimiento | 925 | 847 | 423 | 1.4 |

Fuente: INEGI (2022) [78]

Tabla 7 Principales gastos en las viviendas de Baja California

| Rubros específicos del gasto | Promedios (pesos) | | Distribución Porcentual | Rubros específicos del gasto | Promedios (pesos) | | Distribución porcentual |
|------------------------------|-------------------|------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|------------|-------------------------|
| | ENIGH 2018 | ENIGH 2020 | | | ENIGH 2018 | ENIGH 2020 | |
| Gasto corriente monetario | 41296 | 37058 | 100 | Gasto corriente monetario | 41296 | 37058 | 100 |
| Combustible para vehículos | 4975 | 3753 | 10.1 | Cereales | 1420 | 1467 | 4 |
| Electricidad y combustibles | 2539 | 2601 | 7 | Bebidas | 1164 | 119 | 3.6 |
| Salarios personales | 2749 | 2506 | 6.8 | Adquisición de vehículos | 764 | 1012 | 2.7 |
| Comunicaciones | 2103 | 2219 | 6 | Leche y derivados | 966 | 913 | 2.5 |
| Salarios brutos | 1779 | 1987 | 5.4 | Verduras | 788 | 910 | 2.5 |
| Carnes | 1839 | 1967 | 5.3 | Transporte público | 1245 | 805 | 2.2 |
| Alimentos fuera del hogar | 4266 | 1940 | 5.2 | Agua | 617 | 798 | 2.2 |
| Educación | 2555 | 1913 | 5.2 | Vestido | 1174 | 690 | 1.9 |
| Salarios de la casa | 1650 | 1844 | 5 | Otros gastos diversos | 534 | 592 | 1.6 |
| Otros alimentos diversos | 970 | 1592 | 4.3 | Frutas | 454 | 516 | 1.4 |

Fuente: INEGI (2022) [78]

Según la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) realizada en el 2020 [21]. los principales electrodomésticos utilizados en los hogares en México y el porcentaje de ellos encontrados en el hogar son:

Refrigerador: 98.4%

Televisión (Sin especificar el número por hogar): 96.6%

Lavadora: 52.2%

Estufa (sin especificar el tamaño o el tipo): 49.6%

Licuadora: 46.7%

CE por electrodoméstico según varios autores:

Para determinar el valor de CE, se tomó la información que se reporta en la literatura, para ello se realizó una búsqueda en la base de datos de Elsevier: con las siguientes cadenas; “Energy

consumption in households”, “Energy consumption in households, Mexico”, “Home appliances energy distribution”, tomando en cuenta aquellos que son sobre ciudades con climas con temperaturas similares. Además, se tomó en cuenta el etiquetado de algunos electrodomésticos. En la tabla 8 se presentan los resultados.

Tabla 8 Consumo eléctrico en Kw/h por aparato (CEA)

| Electrodoméstico | Ouagadougou | Brasil | Francia |
|---------------------------|--------------------------------|------------|------------|
| | 387 hogares (18 °C a 39 °C) | 10 hogares | 10 hogares |
| | CEA | CEA | CEA |
| Luces interiores | 211.97 | 292.8 | 343.1 |
| Abanicos | 369.28 | | |
| Luces exteriores | 136.54 | | |
| Televisión | 277.98 | | 292.8 |
| Laptop | 65.84 | 155.4 | |
| Refrigerador | 400.68 | 192.1 | 192.1 |
| Aire acondicionado | 1832.53 | | |
| Plancha | 313.86 | 25.3 | 25.3 |
| Radios | 19.89 | | |
| Equipo de sonido | 104.23 | | |
| Microondas | 311.68 | | |
| Licuada | 100.16 | | |
| Congelador | 519.13 | 307.9 | 307.9 |
| Computadora de escritorio | 264.41 | 155.4 | 155.4 |
| Wi-Fi, router | 87.27 | | |
| Consolas de videojuegos | 159.31 | | |
| Estufa eléctrica | 1027.26 | | |
| Impresora | 192.21 | | |
| Humidificador | 180.8 | | |
| Lavadora | 293.97 | 212.4 | 212.4 |
| Lavaplatos | | 227.2 | 227.2 |
| Secadora | | 141.2 | 141.2 |

Fuente: modificado de Tete K (2023), Grottera (2018) [79], [80]

Las variables que se incluyeron en la encuesta fueron: nivel educativo, profesión, edad, colonia, principales electrodomésticos. Se incluyó la variable nivel educativo para identificar si influye o no dentro del gasto eléctrico, así como la edad y profesión; la variable para los datos de la propiedad se incluyó para identificar de forma indirecta el nivel socioeconómico del habitante, así

como en el número de baños; la variable de conocimiento de dispositivos inteligentes se agregó para identificar la información sobre los dispositivos con los que cuentan, la intención de compra y la aceptación.

- Los criterios que se establecieron para determinar las variables que influyen en el CE, se determinó la variable de respuesta, la cual podría ser los porcentajes sobre los diferentes factores que influyen en el CE. Estas pueden ser variables directas o indirectas:

Las variables directas que afectan el CE en las viviendas son:

1. Numero de electrodomésticos y dispositivos electrónicos
 - a. Tipo
 - b. Consumo
 - c. Necesidad
2. Frecuencia de uso
3. Hábitos de consumo
4. Eficiencia energética

Para algunos electrodomésticos se tomarán factores que se mantienen constantes, debido a que en frecuencia de uso nunca varía, ni la necesidad que se tienen, por ejemplo; un refrigerador, un modem, etc. Habrá otros electrodomésticos, como (señalarlos) cuyo factor de cambio será alto, pero el CE generado será insignificante para este trabajo, es decir no son de interés, los cuales se establecerán en el paso 1 de esta metodología.

Por otra parte, los factores perturbadores o indirectos pueden tener efectos considerables, a pesar de que no exista algún tipo de interés en ellos y estos se pueden considerar en tres tipos de factores que son: controlables, no controlables o de ruido. Las variables indirectas propuestas al inicio de este documento al medir el CE inicial y al final del DOE fueron:

1. Número de habitantes (controlable)
2. Nivel educativo
3. Nivel socioeconómico

4. Clima (no controlable)
5. Material de construcción
6. Día de la semana (Controlable)
7. Apagones eléctricos (Ruido)

Las limitaciones que se podrían considerar dentro de un DOE está el interés de respuesta al instrumento, la confiabilidad sobre el habitante de responder de manera correcta.

Para iniciar el DOE se estableció la primera variable o variable general:

- CE total en la vivienda, medido en pesos, desglosado después en kW, con referencia a la información del cobro del CE otorgado por CFE

Para validar la encuesta se seleccionó a un grupo de expertos en investigación con grado de doctorado. Los expertos leyeron y respondieron los reactivos incluidos en la encuesta, posterior a ello realizaron una retroalimentación para formular la prueba piloto.

Prueba piloto

La prueba piloto se diseñó en Google Forms y se aplicó a 100 personas, obteniendo resultados preliminares para validar el instrumento. Para identificar si el encuestado cumplía con el criterio de inclusión (nivel socioeconómico medio) se utilizó el instrumento que está en el Anexo 2. Para analizar las respuestas se asignaron valores en los campos de nivel de estudios, número de recamaras, número de baños e internet en el hogar y el resultado se comparó con la tabla 9.

Tabla 9 Puntajes de nivel socioeconómico según la regla AMAI 2022.

| Nivel Socioeconómico | Puntos |
|-----------------------------|---------------|
| A/B | 202 y mas |
| C+ | 168 a 201 |
| C | 141 a 167 |
| C- | 116 a 140 |
| D+ | 95 a 115 |
| D | 48 a 94 |
| E | 0 a 47 |

Fuente: modificado de la encuesta AMAI, (2022)

3.2.3 Modificación del instrumento

Una vez validada la encuesta se realizaron las modificaciones, el instrumento se presenta en el anexo 3. Para identificar el nivel socioeconómico medio de las viviendas, se usó el instrumento que se presenta en el anexo 2, la distribución de las preguntas se organizó en cinco secciones como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10 Categorías incluidas en el diseño del instrumento para su análisis

| Seccion | Reactivo | Categorías |
|---|--|---|
| 1. Datos sociodemográficos del encuestado | Edad | Variables sociodemográficas asociadas al consumo eléctrico |
| | Género | |
| | Nivel de estudios | |
| 2. Datos sociodemográficos del jefe de familia | Edad | Encuesta AMAI 2022, nivel socioeconómico |
| | Nivel de estudios | |
| 3. Datos del hogar | Costo del último recibo eléctrico | Distribución del hogar |
| | Número de baños en la vivienda | |
| | Número de automóviles en la vivienda | |
| | Conexión a Internet en el hogar | |
| | Número de personas de 14 años o más que trabajaron en el último mes | |
| | Número de cuartos utilizados para dormir | |
| | Áreas presentes en la vivienda | |
| 4. Percepción del encuestado sobre dispositivos inteligentes y uso eficiente de energía | Cantidad de equipos en la vivienda | Conocer el interés sobre los dispositivos inteligentes/verdes |
| | Interés en adquirir dispositivos inteligentes | |
| | Beneficios de los dispositivos inteligentes | |
| | Motivos para no adquirir dispositivos inteligentes | |
| 5. Gestión de equipos eléctricos y electrónicos y actitudes hacia el medio ambiente | Disposición a pagar más por dispositivos etiquetados como ecológicos | Hábitos de consumo/disposición final |
| | Problemas causados por equipos eléctricos/electrónicos desechados | |
| | Destino de equipos eléctricos/electrónicos no utilizados | |
| | Responsabilidad sobre equipos eléctricos/electrónicos desechados | |
| | Factores al adquirir un electrodoméstico nuevo | |
| | Control de la basura electrónica en la ciudad | |
| | Aprovechamiento de los desechos eléctricos/electrónicos | |
| | Participación en campañas de acopio de residuos electrónicos | |
| Acciones al encontrar equipos que no funcionan | | |
| Lugar y estado de compra de electrodomésticos (nuevo o usado) | | |

En la columna categoría se agregó un color para indicar los reactivos asociados a cada categoría de análisis.

3.2.4 Análisis de resultados

Los criterios de exclusión para eliminar las encuestas que no se incluyeron en los resultados fueron:

- 1) Las encuestas que no reportaron la cantidad pagada a CFE por el consumo en el mes de facturación incluido.

- 2) Los encuestados que no reportaron la edad, o fuera menor a 18 años.
- 3). Foto del recibo eléctrico legible
- 4) Ser de un nivel socioeconómico diferente al medio de acuerdo con el AMAI

Para el análisis de los datos se usó Excel, las respuestas se clasificaron en categorías como se muestra en la tabla 10, teniendo un grupo independiente para la distribución de la vivienda, con el fin de obtener la media dentro de la encuesta y su distribución, además de obtener los electrodomésticos que se utilizan y de esta forma conocer la distribución eléctrica.

Para obtener el consumo histórico, de los recibos que no obtuvieron los datos completos se aplicó un pronóstico usando el software SPSS, los datos históricos de consumo eléctrico se usaron para conocer cómo influye el uso de los aparatos de refrigeración a través de los meses con factor del clima (es decir, solo aquellos meses en los que se utilizan), de esta forma se puede complementar la información de la distribución de porcentajes de la medición de referencia.

Para obtener el porcentaje de cambio de cada mes se importaron los datos de la encuesta SPSS, para calcular la media de consumo. Con este dato, se aplicó la Ecuación 1 para obtener el factor de cambio entre los dos meses consecutivos:

Ecuación 1

$$\text{Media consumo} = ((\text{Media_Mes_Actual} - \text{Media_Mes_Anterior}) / \text{Media_Mes_Anterior}) * 100$$

3.3 Análisis Costo Beneficio

Para realizar el Análisis Costo Beneficio (ACB) se propuso la metodología que se presenta en la figura 11. Para obtener el ACB se consideró la inversión económica al adquirir la tecnología y el factor ambiental al introducir nuevos dispositivos electrónicos a la vivienda. También se incluyó el ahorro económico por la optimización del uso de los dispositivos electrónicos, así como la disminución de RAEE por la extensión del tiempo de vida de los dispositivos electrónicos.

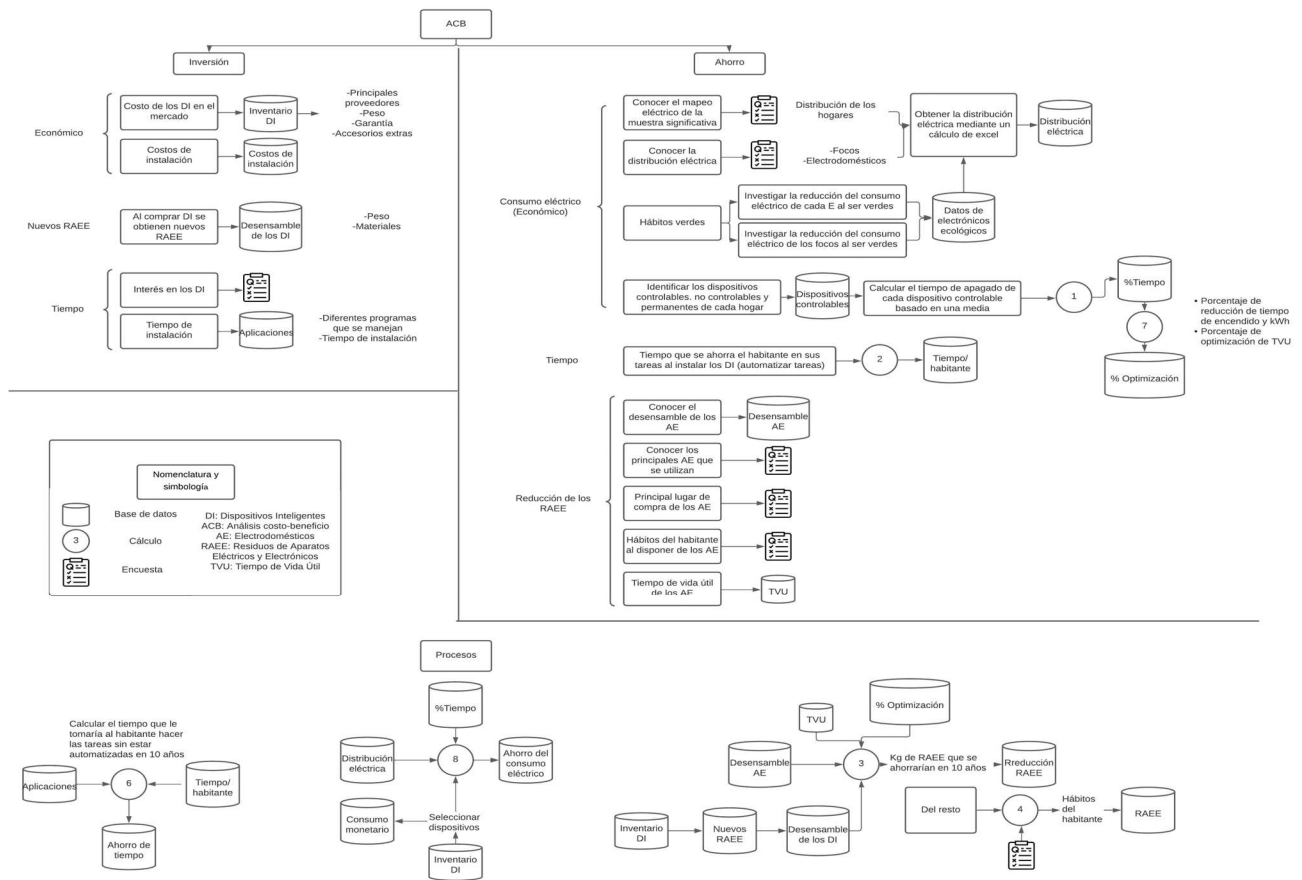


Figura 12 Metodología para el Análisis Costo Beneficio ACB

3.3.1 Ahorro económico:

En la tabla 11 se definen las variables que se usaron para determinar el ahorro económico...

Tabla 11 Variables para el ahorro económico.

| Variable | Nombre | Descripción |
|----------------------|--|--|
| E_D | Distribución eléctrica de cada vivienda en porcentajes | Lista de dispositivos que consumen electricidad en la vivienda, para hacer el desglose del consumo eléctrico |
| E_C | Tiempo de consumo | Tiempo que están encendidos los dispositivos, expresado en horas |
| C_H | Consumo eléctrico por hora | Consumo eléctrico de cada dispositivo expresado en horas |
| E_A | Tiempo de nuevo consumo | Tiempo que estarán encendidos los dispositivos controlables después de automatizarlos, expresado en horas |
| A_D | Costo total de los DI | Sumatoria de los costos totales de los dispositivos inteligentes que se necesitan instalar, expresado en pesos |
| $E_{\% \text{ mes}}$ | Porcentaje de consumo eléctrico por mes | Porcentaje que cada dispositivo eléctrico tiene dentro de la vivienda dentro del consumo total de electricidad facturado en el mes |
| E_{Mes} | Consumo mensual | El consumo total facturado en el mes, mostrado por el recibo de CFE, en kw/h |
| B_E | Distribución eléctrica estimada en porcentajes | Distribución eléctrica de la vivienda desglosada en porcentajes obtenida de la lectura y de la casa piloto |
| B_D | Sumatoria de dispositivos eléctricos y/o electrodomésticos | La sumatoria de la lista de dispositivos eléctricos y electrónicos dentro de la vivienda es considerados como los más comunes en las casas de Mexicali, números enteros reales |
| F_A | Factor de aumento de porcentaje | Relación de aumento o ajuste que se obtiene al considerar los dispositivos más comunes con los que tiene realmente el habitante |
| E_T | Consumo eléctrico por dispositivo | Calculo mensual del consumo eléctrico consumido por cada dispositivo, en kw/h |
| D_c | Dispositivos controlables | Porcentaje de los dispositivos controlables |
| P_A | Porcentaje total de los Dispositivos controlables | Porcentaje total de automatización de tiempo de los dispositivos controlables dentro de una vivienda para hacer un cálculo proyectado |
| A_T | Ahorro total de consumo eléctrico | Ahorro total calculado de consumo eléctrico para una vivienda en específico, ya sea en proyección o en uso total |
| I_T | Inversión total | Inversión monetaria total al adquirir los dispositivos inteligentes |
| M_T | Consumo monetario total | Consumo monetario total reflejado en el recibo de cada mes |
| M_I | Consumo monetario automatizado | Consumo monetario automatizado total al automatizar la vivienda, proyectado al recibo de cada mes |

En la sección de la medición de referencia se obtuvo el porcentaje de uso de cada dispositivo eléctrico o electrónico en la vivienda, así como de iluminación, se calculó con el dato de consumo eléctrico mensual obtenido de CFE la distribución eléctrica de cada una. Como no siempre se utilizarán los mismos electrodomésticos, se debe obtener un nuevo 100% para cada vivienda, por lo que primero se debe obtener el factor de aumento de porcentaje, además se debe tomar en cuenta que no todos los electrodomésticos se utilizan de igual forma durante el año, es decir, el equipo de refrigeración se utilizará en cierta proporción de un mes a otro, este dato se puede obtener mediante una media de disminución o aumento con los datos de la encuesta, también los porcentajes de iluminación tienen una pequeña variación. Para obtener estas variaciones se presenta la tabla 12, en la que se presentan los factores de multiplicación que se deben aplicar a los porcentajes con variable en el mes. La sección de factor de multiplicación respecto al mes anterior se aplicó para llenar datos vacíos de la encuesta. Se resaltan los datos en color verde donde el clima del mes influye en el uso de aparatos de refrigeración.

Tabla 12 Factores de relación para la adecuación de porcentajes, de autoría propia

| Mes | Relación aire acondicionado y abanicos |
|------------|---|
| Enero | 0 |
| Febrero | 0 |
| Marzo | 0 |
| Abril | 0.27 |
| Mayo | 0.45 |
| Junio | 0.68 |
| Julio | 1.00 |
| Agosto | 0.97 |
| Septiembre | 0.70 |
| Octubre | 0.45 |
| Noviembre | 0.24 |
| Diciembre | 0 |

Para obtener la relación de los nuevos porcentajes se aplicó la ecuación 2:

Ecuación 2

$$F_A = \frac{\sum B_D}{\sum E_D}$$

La nueva distribución de los porcentajes por mes se obtuvo con la ecuación 3:

Ecuación 3

$$fxE_{\%} = (F_A)B_{E(MES)}$$

Donde x está en función de cada electrodoméstico y (MES) nos indica que se debe hacer el cálculo para cada relación de porcentajes de cada mes, es una variable para el mes.

Consumo eléctrico por dispositivo:

Ecuación 4

$$E_{Tx} = (fxE_{\%})(E_{Mes})$$

Donde f está en función de cada dispositivo seleccionado, la x representa la variable para cada electrodoméstico.

Ecuación 5

$$E_{Mes} = \sum E_T$$

Para conocer el consumo anual proyectado para cada dispositivo, se aplicó la función para cada mes, recordando las variaciones de clima y horas de luz solar. Para conocer el ahorro del consumo eléctrico se tomó en cuenta que solo los dispositivos controlables se pueden automatizar de forma que generen un ahorro, en la figura 13, se presenta una lista de los dispositivos controlables, no controlables y permanentes.

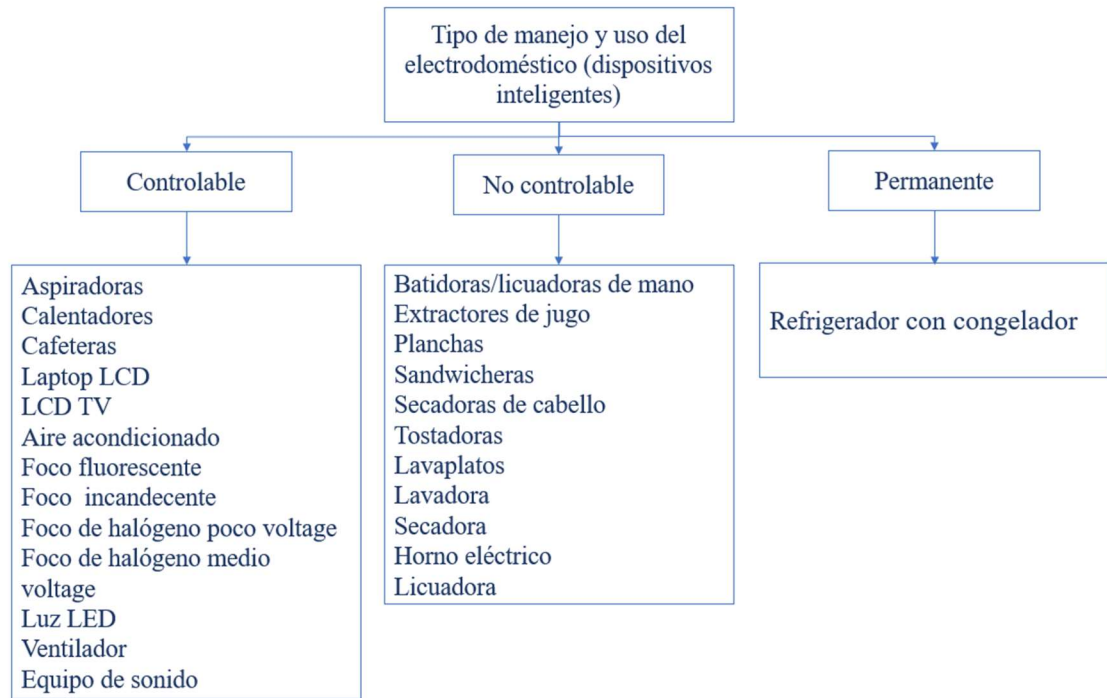


Figura 13 Tipo de manejo y uso de los electrodomésticos en la vivienda

Se puede obtener el cálculo en la reducción de consumo eléctrico por horarios proyectados, o por horarios fijos, para los horarios proyectados se tomó en cuenta que solo se utiliza dentro del cálculo los electrodomésticos que son controlables, por lo que se agregó una nueva variable: Dc, además se seleccionó una lista de dispositivos con los que se automatizaran estos AEE controlables.

Se seleccionó el dispositivo inteligente SHOME-136 de Steren ya que es el mejor en precio y beneficios, además de una media en precios de focos inteligentes que tenían las mismas características. Se debe restar el precio del foco inteligente del foco normal, ya que de cualquier forma se considera que existe la inversión en focos. A la suma de los precios de cada dispositivo seleccionado le llamamos I_T Se tomaron en cuenta solo los dispositivos eléctricos controlables y se obtiene la sumaria de sus porcentajes en la ecuación 6:

Ecuación 6

$$P_A = \sum_{i=1}^n f(Dc_i)$$

Al tener la sumatoria de los electrodomésticos controlables, se calculó el ahorro dependiendo la reducción de consumo a cada uno de ellos con la ecuación 6. Se proyectan tres ahorros demostrados en la tabla 13.

Tabla 13 Ahorro proyectado en porcentajes

| Ahorro proyectado (y) | |
|-----------------------|---|
| 10 % | Disminución de uso de cada electrodoméstico, promediándolo a un 10% total |
| 20 % | Disminución de uso de cada electrodoméstico, promediándolo a un 15% total |
| 30 % | Disminución de uso de cada electrodoméstico, promediándolo a un 20% total |

Ecuación 7

$$A_T = E_{mes} - \left(\left(P_A - ((P_A)(y)) \right) E_{mes} \right)$$

De esta forma se obtuvo el ahorro total de cada mes con la proyección se determinó, para este caso se propusieron tres porcentajes 10 %, 20% y 30%, se propuso hasta el 30% para que sea factible para el habitante comprometerse a esa reducción por la aplicación de los DI, El porcentaje se definió por mes, por el clima y las horas de iluminación natural.

Para calcular el consumo por hora de cada electrodoméstico controlable, se debe aplicar la ecuación 8.

Ecuación 8

$$C_{Hx} = \frac{E_{Tx}}{E_C}$$

Para determinar cuánto tiempo se va a reducir, se obtiene el ahorro total de ese dispositivo en específico, posteriormente se realizó un nuevo cálculo con las horas de uso automatizado, para ello se utiliza la ecuación 9:

$$A_{Tx} = \left(\frac{E_A}{E_C} \right) E_{Tx}$$

A la sumatoria de cada calculo en cada uno de los electrodomésticos, es el nuevo consumo eléctrico total del mes se calcula con la ecuación 10:

$$A_T = E_{mes} - \left(\sum_{i=1}^n E_{Txi} \right)$$

Para el ahorro monetario, se incluyó el consumo en kw/h de los dispositivos controlables automatizados. Para ello se tomó en cuenta el consumo eléctrico y sus variaciones en los meses de uso. Para ello se restó el consumo monetario total del recibo al nuevo cálculo, y se suma la inversión total de los DI, se recomienda hacer el cálculo a 10 años, considerando que los DI tiene un tiempo de vida útil de seis años aproximadamente, por lo que el total se debe multiplicar por 1.67, entonces, el ACB para la variable monetaria queda descrito en la ecuación 11:

$$ACB_M = \left[\left(\sum_{i=1}^n M_{Ixi} \right) (10) \right] + \left((I_T)(1.6) \right) - \left(\sum_{i=1}^n M_{Txi} \right) (10)$$

Si el resultado de ACB_M es menor a la cantidad dentro de los corchetes, se considera una hipótesis positiva. Donde n especifica la sumatoria de cada uno de los meses del año, con sus porcentajes específicos.

Para obtener el consumo monetario basado en porcentajes, se optó por cambiar primero la inversión de los dispositivos inteligentes al costo que tendrían si estos pagaran una tarifa en kw/h. Debido a que era un total en 10 años, se dividió esta cantidad entre 10 y después entre 12 para obtener una inversión mensual, al constatar que todas las cantidades eran menores a 100, se convirtieron a

kw/h tomando en cuenta la tarifa básica, dividiendo los pesos a 0.7 para obtener kw/h. 0.7 se tomó por seis meses de la tarifa de verano (0.422) y por la media de la tarifa de invierno (0.978) en sus factores de multiplicación.

3.3.2 Carga evitada de Residuos de Aparatos Eléctricos-Electrónicos

En la tabla 14 se presenta la definición de las variables que se usaran para determinar el cálculo de la carga evitada de RAEE.

Tabla 14 Variables para el cálculo de la disminución de los RAEE

| Variable | Nombre | Descripción |
|-------------------|---|---|
| R _D | Porcentaje de desensamblable | Porcentaje de materiales que tiene cada dispositivo por kg |
| R _P | Peso | Peso del AEE en kg |
| E _H | Electrodomésticos en la vivienda | Cada electrodoméstico en la vivienda, representado por x como una variable |
| R _T | Residuos totales | Resultado de los residuos totales de los AEE en la vivienda en 10 años |
| T _V | Tiempo de vida útil | Tiempo de vida útil de cada electrodoméstico encontrado en la lectura o en las especificaciones del fabricante en años |
| T _{MES} | Tiempo de uso mensual del AEE | Tiempo de uso del dispositivo mensualmente, hay dispositivos que varían dependiendo del clima, se calcula multiplicando el tiempo de uso diario por el número de días del mes, en horas |
| T _{AMES} | Tiempo de uso mensual automatizado | Tiempo de uso mensual de cada AEE al automatizarlo |
| T _E | Tiempo de uso por año de cada dispositivo | Tiempo de uso real de cada dispositivo, considerando que no todos ellos son encendidos las 24 horas del día, en años |
| TVU _R | TVU Real de cada dispositivo | TVU de cada dispositivo considerando que no está encendido las 24 horas del día, en años |
| R _G | RAEE Generados | RAEE generados en 10 años de un AEE en específico, desglosado en materiales, en kg |
| RA _G | RAEE Generados al automatizar | RAEE generados en 10 años de un AEE en específico, específicamente al automatizar, desglosado en materiales, en kg |
| RI _G | RAEE generados de los DI | RAEE generados de los DI en 10 años, en kg |
| T _A | Tiempo total de uso al automatizar, por año | Tiempo total de uso de cada dispositivo controlable al automatizarlo, se espera sea menor a T _E |

Para calcular la generación de RAEE, se consideró un periodo de tiempo de 10 años, además de los periodos de tiempo de optimización establecidos, se incluyeron los porcentajes determinados

en la sección 3.3.1. por horas consumidas. Para el caso de los aparatos de refrigeración solo se aplica el factor en los meses de uso. (tabla 12)

Para el ahorro de consumo en RAEE por proyección se estableció con base en la tabla 15, los años de uso se calcularán con base en la literatura y la prueba de campo, donde a cada dispositivo se le otorgará un horario diario por mes, dependiendo el mes debido a que cada dispositivo tiene un uso diferente conforme al clima, y se colocara el tiempo total de uso total por año T_E , se utiliza la ecuación 12:

Ecuación 12

$$T_{Ex} = 1 / \left(\frac{\sum_{i=1}^n T_{mes(i)} f(x)}{365} \right)$$

Ecuación 13

$$TVU_R = (T_{Ex})TVU$$

Los electrodomésticos corresponden a la x , de esta forma se puede calcular cuántos de ellos serán obsoletos dentro de 10 años.

Tabla 15 Referencia para sumar las horas utilizadas por mes de cada AEE

| AEE | Peso (KG) | TVU años |
|---|-----------|----------|
| Computadora Escritorio | 7 | 5 |
| Consola de videojuegos | 3.9 | 5 |
| Aire acondicionado (1 tonelada) minisplit | 46 | 10 |
| Aire acondicionado (2 tonelada) minisplit | 52 | 10 |
| Refrigeración paquete | 30 | 10 |
| Laptop | 2.46 | 3 |
| Microondas | 12.8 | 9 |
| Lampara de pedestal | .9 | 15 |
| Refrigerador | | |
| Abanico de techo | 5.2 | 10 |
| Focos | .036 | 1.7 |
| Equipo de sonido | 1.87 | 7 |
| Televisión (Promedio 45") | 6.14 | 9 |
| Cámaras de seguridad | .375 | 7 |

Fuente: Construcción propia con base en [81], [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88]

Con los datos que se presentan en la tabla 15 se obtiene el tiempo real que durará el AEE si se enciende solo en las horas específicas, luego se calcula el volumen de RAEE que se generara en 10 años de cada uno de los AEE descritos con la variable x, tomando en cuenta que solo se calculara con los AEE controlables, se obtiene la ecuación 14:

Ecuación 14

$$R_G = \left(\frac{10}{TVU_{Rx}}\right)R_{Dx}R_{Px}$$

De esa forma se obtienen las cantidades de cada componente en kg. Para conocer el ahorro de RAEE en 10 años al automatizar la vivienda se puede hacer en dos formas, al igual que el ahorro económico, una proyección o un dato exacto. Así como en el ahorro económico, solo se tomarán en cuenta los AEE controlables de la figura 13. Para calcular el ahorro proyectado, a los RAEE

controlables se le aplicará el porcentaje de reducción de uso de la tabla 13, a la variable de resultado se le llamará tiempo total de uso al automatizar, por año T_A .

Al consumo mensual le hizo una reducción en cada uno de los AEE controlables, se obtiene la ecuación 15:

Ecuación 15

$$T_{A_{MESx}} = (T_{MES}) - ((P_A)(T_{MES}))$$

Para calcular el consumo anual se aplicó la ecuación 16, y posteriormente los RAEE en 10 años la ecuación 17:

Ecuación 16

$$T_{Ax} = 1 / \left(\left(\frac{\sum_{i=1}^n T_{A_{MES(i)}} f(x)}{365} \right) \right)$$

Ecuación 17

$$TVU_R = (T_{Ax})TVU$$

Se realizó el mismo cálculo para cada AEE en la ecuación 18:

Ecuación 18

$$RA_G = \left(\frac{10}{TVU_{Rx}} \right) R_{Dx} R_{Px}$$

Finalmente, se calculó la inversión de los RAEE, al instalar nuevos dispositivos, los RAEE de los DI tienen un tiempo de vida útil de seis años por lo que se deben utilizar 1.6 de ellos en un periodo de 10 años. Se hace la selección de los DI que se van a utilizar, y se calcula los RAEE generados en la ecuación 19:

Ecuación 19

$$RI_G = \left(\sum DI_x (R_{Px} R_{Dx}) \right) 1.6$$

Para obtener el ahorro de los RAEE solo se debe aplicar la ecuación 20, donde la variable para la reducción de los RAEE queda de la siguiente forma:

Ecuación 20

$$ACB_R = (R_G - RA_G) + RI_G$$

Donde si el resultado es menor a R_G , se considera una hipótesis positiva.

Para obtener el ahorro de RAEE específico, se usan los datos que se presentan en la tabla 15, se colocaran las horas utilizadas para cada AEE después de automatizar, recordando solo modificar aquellos que son controlables, se hace la sumatoria de las horas por mes y se sigue el procedimiento del cálculo de los RAEE antes de automatizar, solo que con los nuevos horarios. Los focos se debe restar el peso de un foco inteligente a un foco de bajo consumo, o de consumo normal para obtener el pesaje extra. Para conocer la disposición de los RAEE y cuántos serán reutilizados y cuantos terminarán como disposición final, para ello se deben conocer los hábitos de cada habitante, se establecerán en porcentajes dependientes al instrumento.

Capítulo 4 - Resultados

4.1 Medición de referencia

En la tabla 16 se presentan los resultados obtenidos durante el mes de mayor consumo para la vivienda en la que se realizó la medición de referencia.

Tabla 16 Sumatoria de la medición de referencia, se muestran en amarillo aquellos dispositivos controlables.

| Dispositivo | Sumatoria de uso en kW/h mensual | Porcentaje de uso mensual |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Plancha | 3.87 | 0.25 |
| Consola de videojuegos | 28.87 | 1.84 |
| Estufa | 12.29 | 0.78 |
| Microondas | 1.06 | 0.068 |
| Calentador de agua | 21.17 | 1.352 |
| Asistente de voz | 0.97 | 0.062 |
| Computadora portátil | 4.23 | 0.27 |
| Freidora eléctrica | 3.55 | 0.227 |
| Refrigerador | 86.72 | 5.538 |
| Lavadora | 9.1 | 0.581 |
| Secadora | 3.06 | 0.195 |
| Televisión sala | 48.642 | 3.106 |
| Televisión recamara 1 | 5.87 | 0.375 |
| Televisión recamara 2 | 33.142 | 2.116 |
| Mini Split sala 2 toneladas | 589 | 37.612 |
| Mini Split recamara 1 1 tonelada | 245 | 15.645 |
| Mini Split recamara 2 1 tonelada | 31 | 1.98 |
| 20 focos 100watts | 341 | 21.775 |
| Abanico 1 | 27.9 | 1.782 |
| Abanico 2 | 27.9 | 1.782 |
| Otros | 42 | 2.682 |
| Total | 1566.344 | 100.018 |

4.2 Instrumento

Se excluyeron 45 encuestas, en el estudio, se identificaron diversos motivos para la exclusión de participantes. En total, 38 casos fueron excluidos porque no contaban con el adjunto del recibo eléctrico, 1 caso no alcanzó los puntos suficientes en el formulario AMAI para ser considerado de nivel socioeconómico medio, y 6 casos adicionales fueron excluidos debido a que el documento adjunto del recibo eléctrico no era legible.

Los resultados obtenidos en la sección de percepción del encuestado sobre dispositivos inteligentes y uso eficiente de energía, así como en la sección de gestión de equipos eléctricos y electrónicos y actitudes hacia el medio ambiente, se presentan en las tablas 17 y 20.

En la tabla 17 se presentan también los resultados sobre el conocimiento o utilización de los dispositivos inteligentes. Los resultados muestran que más del 44% de los encuestados conocen los dispositivos, muy pocos los utilizan (el porcentaje de uso es respecto al de conocimiento).

Tabla 17 Conocimiento sobre dispositivos inteligentes

| Conocimiento de los dispositivos inteligentes | No lo conoce | Lo conoce | Los utiliza |
|--|---------------------|------------------|--------------------|
| Conector inteligente | 56% | 44% | 20% |
| Apagador eléctrico | 39% | 61% | 19% |
| Foco | 31% | 69% | 44% |
| Timbre con cámara | 41% | 59% | 8% |
| Termostato | 46% | 54% | 6% |
| Cerradura | 46% | 54% | 4% |
| Cámaras de seguridad | 39% | 61% | 25% |
| Cochera eléctrica | 45% | 55% | 14% |
| Detectores de humo | 47% | 53% | 4% |
| Lavadora | 45% | 55% | 15% |
| Sensor de movimiento | 45% | 55% | 7% |
| Control de persianas | 48% | 52% | 4% |
| Controlador de voz | 38% | 62% | 36% |
| Televisor | 35% | 65% | 62% |
| Riego de plantas | 50% | 50% | 5% |
| Infrarrojo | 55% | 45% | 4% |

En la tabla 23 se presentan los resultados de la percepción sobre los dispositivos inteligentes, sus principales beneficios y las barreras.

Para el consumo eléctrico se obtiene un cambio porcentual promedio mes a mes en el consumo eléctrico de las casas como podemos ver en la tabla 18.

Tabla 18 Cambio porcentual en el consumo eléctrico por mes.

| Mes | Cambio porcentual (%) |
|------------|-----------------------|
| Enero | 3.153 |
| Febrero | 5.454 |
| Marzo | -30.433 |
| Abril | -38.822 |
| Mayo | -33.445 |
| Junio | -31.219 |
| Julio | 4.319 |
| Agosto | 35.775 |
| Septiembre | 55.427 |
| Octubre | 91.693 |
| Noviembre | 10.647 |
| Diciembre | 0 |

En diciembre, el cambio porcentual en el consumo eléctrico es 0%, porque es el mes de referencia sin un mes previo para comparar. En enero, se observa un pequeño aumento del 3.16% en comparación con diciembre. febrero continúa con un aumento del 5.46% respecto a enero, mientras que, en marzo, el consumo disminuye considerablemente, con una caída del 30.42% en comparación con febrero. Esta tendencia de reducción en el consumo continúa en abril, donde se registra una caída aún más pronunciada del 38.82% respecto a marzo. En mayo, el consumo sigue disminuyendo con un 33.45% menos en comparación con abril, y en junio se observa otra disminución del 31.95%. En julio, se presenta un pequeño incremento del 4.33%, lo que indica una ligera recuperación. En agosto, el consumo continúa aumentando con un 35.75% respecto a julio. El mayor incremento se observa en septiembre, donde el consumo sube drásticamente un 91.66%. Finalmente, en octubre, el consumo sigue creciendo, pero a un ritmo más moderado, con un aumento del 10.62% respecto a septiembre.

Esta interpretación refleja una recuperación del consumo en los meses de verano, especialmente en septiembre, después de una tendencia general de disminución a principios de año,

debemos recordar que los periodos de facturación corresponden hasta a 15 días antes del mes facturado.

En la tabla 19 se presentan los resultados sobre percepción de los encuestados sobre los dispositivos inteligentes, sobre el interés que mostraron, los beneficios, barreras y su intención de comprar un dispositivo inteligente. Se destaca el alto interés por adquirirlo, a pesar de que visualizan como una barrera el alto costo y a pesar de ello, el 83% afirmó que adquiriría estos dispositivos a mayor precio.

Tabla 19 Percepción de los encuestados sobre los dispositivos inteligentes

| Categorías | Variables | Resultado |
|--|--|------------------|
| Interés en los dispositivos inteligentes | Le interesa adquirirlos | 83.30% |
| | No le interesa adquirirlos | 17.70% |
| Principales beneficios percibidos | Ahorro de tiempo | 22% |
| | Ahorro de dinero | 25% |
| | Seguridad | 23% |
| | Comodidad | 31% |
| Principales barreras | Costos elevados | 79% |
| | Funcionan igual que los convencionales | 17% |
| | Corta duración | 13% |
| | No hay beneficios | 5% |
| | Difíciles de usar | 16% |
| | No los conoce | 16% |
| Compra de dispositivos ahorradores | Compraría a un mayor precio | 83% |
| | No compraría a un mayor precio | 17% |

En la tabla 20 se presentan los hábitos de consumo y disposición de los AEE, los resultados destacan la práctica de disposición que la mayoría de los encuestados practican es tirar a la basura sus dispositivos al final de su vida útil. Además, el 85% percibe que no existe un control adecuado de los residuos. Aunque el 90% considera que los residuos pueden aprovecharse, solo el 13% ha participado en campañas para su correcta disposición.

Tabla 20 Hábitos de consumo y disposición de RAEEs

| Manejo de RAEE | Variables | Resultado |
|------------------------------------|-------------------------|------------------|
| Disposición | Almacena | 16% |
| | Dona | 16% |
| | Utiliza las partes | 9% |
| | Vende | 25% |
| | Tira a la basura | 34% |
| Responsabilidad sobre disposición | Yo, población | 16% |
| | Municipio | 15% |
| | Fabricante | 5% |
| | Todos los anteriores | 64% |
| Control adecuado percibido | Existe | 15% |
| | No existe | 85% |
| Percepción de aprovechamiento | Se pueden aprovechar | 90% |
| | No se pueden aprovechar | 10% |
| Participación en campañas | Ha participado | 13% |
| | No ha participado | 87% |
| Adquisición de nuevos dispositivos | Compro uno nuevo | 78% |
| | Compro uno usado | 22% |
| Lugar de compra y estado | Nuevo en México | 47% |
| | Usado en México | 16% |
| | Nuevo en Estados Unidos | 32% |
| | Usado en Estados Unidos | 6% |

4.3 Análisis costo beneficio

4.3.1 Económico

En la tabla 21 se presentan los resultados del consumo eléctrico total de las viviendas con su respectivo consumo histórico a 10 años.

Tabla 21 Tiempo de uso de los dispositivos y ahorro

| | Total (kw/h) | Porcentajes de ahorro |
|----------------|--------------|-----------------------|
| kw/h totales | 32266217 | |
| Ahorro uso 30% | 6905617 | 21% |
| Ahorro uso 20% | 4603744 | 14% |
| Ahorro uso 10% | 2301872 | 7% |

Además, presenta el total de kWh y los ahorros proyectados a 10 años. Si se disminuye el uso de los AEE controlables en un 30%, se obtendría un ahorro de consumo eléctrico del 21%. Una reducción del 20% generaría un ahorro del 14% y una del 10% resultaría en un 7% de ahorro.

En la tabla 22 se muestra la inversión económica extra necesaria para implementar la tecnología y obtener el ahorro de consumo eléctrico presentado en la tabla 21. Se enlistan las viviendas que mostraron un ahorro mayor debido a la disminución de uso de consumo eléctrico y el porcentaje de ahorro de tiempo logrado. Es decir, en la mayoría de los casos se necesitó una mayor inversión al ahorro pronosticado.

Tabla 22 Inversión extra por implementar los dispositivos y viviendas beneficiadas en el análisis

| Disminución de uso | Número de viviendas beneficiadas | Porcentaje de inversión económica extra |
|--------------------|----------------------------------|---|
| Ahorro de uso 30% | 55 | 28% |
| Ahorro de uso 20% | 12 | 34% |
| Ahorro de uso 10% | 3 | 41% |

4.3.2 RAEE

La sumatoria de los RAEE generados en un periodo de 10 años para las 386 casas incluidas en el estudio fue de 65958.9 kg. Si se aplica un ahorro de uso del 10%, se obtendrá una inversión en RAEE en lugar de un ahorro del 1% extra del ya generado. Sin embargo, una reducción del 20% en el uso de los dispositivos controlables evita una carga de RAEE del 5%, y un ahorro del 30% evita una carga del 10%.

Tabla 23 Carga evitada de RAEE en 10 años al implementar dispositivos inteligentes

| % de ahorro | Sumatoria (kg) | Factor de ahorro |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|
| Ahorro de uso 30% | -490.1 | -1% |
| Ahorro de uso 20% | 3032.2 | 5% |
| Ahorro de uso 10% | 6330.3 | 10% |

Conclusión

La investigación ha permitido profundizar en el análisis del impacto que la adopción de tecnologías inteligentes tiene tanto en el consumo eléctrico como en la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), además de evaluar la viabilidad económica para los habitantes de la región. Los resultados obtenidos demuestran de manera concluyente que la implementación de dispositivos inteligentes en las viviendas de Mexicali puede llevar a una reducción importante en el consumo eléctrico. Las tecnologías avanzadas optimizan el uso de energía y contribuyen significativamente a disminuir la demanda de electricidad. Los resultados mostraron que además del beneficio en las finanzas de los hogares, al intentar reducir las facturas de electricidad, también se obtienen beneficios al medio ambiente mediante la disminución de las emisiones de carbono y la reducción de la huella ecológica de las viviendas al reducir el consumo. Adicionalmente, la adopción de tecnologías inteligentes tiene el potencial de reducir la generación de RAEE. La vida útil prolongada de los dispositivos inteligentes, junto con su eficiencia operativa, disminuye la frecuencia de reemplazo y, por ende, la cantidad de residuos electrónicos. Esto es particularmente relevante en un contexto global donde la gestión de RAEE es un desafío ambiental significativo.

Sin embargo, a pesar de los claros beneficios ambientales y de eficiencia energética, el análisis económico revela un desafío importante: la inversión inicial necesaria para equipar una vivienda con tecnologías inteligentes es alta. Comparado con el ahorro en costos de electricidad, la recuperación de la inversión a través de la reducción de las facturas eléctricas se presenta como un proceso a largo plazo, que en muchos casos puede superar la capacidad financiera inmediata de las viviendas, especialmente aquellos de nivel socioeconómico medio y bajo en Mexicali.

Aunque las casas inteligentes representan una solución prometedora para la mejora de la eficiencia energética y la reducción de RAEE, su adopción masiva en Mexicali enfrenta barreras económicas significativas. Para fomentar una mayor implementación de estas tecnologías, es esencial que se desarrollen estrategias de apoyo financiero y políticas públicas que faciliten el acceso a créditos y subsidios específicos. La educación y concienciación sobre los beneficios a largo plazo de las casas inteligentes también jugarán un papel significativo en su aceptación y difusión. Solo a través de un enfoque integral que considere tanto los aspectos económicos como los ambientales, se podrá maximizar el potencial de las casas inteligentes en Mexicali, contribuyendo a un futuro más sostenible y eficiente.

Recomendación

Para facilitar la adopción masiva de tecnologías inteligentes en las viviendas de Mexicali y maximizar sus beneficios económicos y ambientales, se proponen varias estrategias integrales. En primer lugar, es fundamental desarrollar estrategias de apoyo financiero que incluyan programas de subsidios específicos para la adquisición de tecnologías inteligentes y ofrecer incentivos fiscales a los hogares que adopten estas tecnologías, como deducciones en impuestos sobre la propiedad. El acceso a créditos y financiamiento es otro aspecto imperativo. Es necesario establecer líneas de crédito con condiciones favorables para la compra de dispositivos inteligentes y promover la colaboración con instituciones financieras para desarrollar productos crediticios accesibles. Además, la implementación de políticas públicas de fomento es esencial. Esto puede incluir la creación de normativas que incentiven el uso de tecnologías inteligentes, integrando estos objetivos en los planes de desarrollo urbano, así como apoyar proyectos piloto que demuestren los beneficios de las casas inteligentes y sirvan como modelos replicables.

La educación y concienciación también juegan un papel vital en este proceso. Lanzar campañas informativas que destaquen los beneficios a largo plazo de las tecnologías inteligentes, tanto económicos como ambientales, es clave. Asimismo, es importante implementar programas educativos en escuelas y comunidades para fomentar una cultura de sostenibilidad y eficiencia energética. Para fomentar la innovación y la colaboración, se deben apoyar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías inteligentes adaptadas a las necesidades específicas de la región. Promover la colaboración entre el sector público, privado y académico es igualmente necesario para el desarrollo de soluciones innovadoras.

Finalmente, establecer sistemas de monitoreo y evaluación continuos permitirá evaluar el impacto de las tecnologías inteligentes en el consumo energético y la generación de RAEE. Realizar estudios periódicos para ajustar y mejorar las estrategias de implementación basadas en los resultados obtenidos asegurará la efectividad de estas medidas. Implementando estas recomendaciones, Mexicali puede avanzar significativamente hacia un futuro más sostenible y eficiente, aprovechando al máximo las ventajas que ofrecen las casas inteligentes y superando las barreras económicas que actualmente limitan su adopción.

Referencias

- [1] “World Energy Outlook 2020 – Analysis - IEA.” Accessed: May 23, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>
- [2] “Consumo energético mundial | Consumo eléctrico | Enerdata.” Accessed: May 19, 2024. [En línea]. Disponible: <https://datos.enerdata.net/electricidad/datos-consumo-electricidad-hogar.html>
- [3] “Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). 2022 Nueva serie.” Accessed: Nov. 27, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2022/>
- [4] J. A. Suástegui Macías, C. Pérez Tello, H. E. Campbell, and H. D. Magaña Almaguer, “Prospectiva del Programa de Ahorro Sistemático Integral en Mexicali, Baja California, México,” *Ingeniería mecánica, tecnología y desarrollo*, vol. 4, no. 4, pp. 129–134, 2013, Accessed: Nov. 27, 2024. [En línea]. Disponible: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-73812013000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- [5] “What is a circular economy? | Ellen MacArthur Foundation.” Accessed: May 23, 2023. [En línea]. Disponible: <https://ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>
- [6] D. Marikyan, S. Papagiannidis, and E. Alamanos, “A systematic review of the smart home literature: A user perspective,” *Technol Forecast Soc Change*, vol. 138, pp. 139–154, Jan. 2019, [En línea]. Disponible: doi: 10.1016/J.TECHFORE.2018.08.015.
- [7] H. Li, Z. H. Wang, and B. Zhang, “How social interaction induce energy-saving behaviors in buildings: Interpersonal & passive interactions v.s. public & active interactions,” *Energy Econ*, vol. 118, p. 106515, Feb. 2023, [En línea]. Disponible: doi: 10.1016/J.ENERCO.2023.106515.
- [8] M. Nilashi *et al.*, “Factors impacting customer purchase intention of smart home security systems: Social data analysis using machine learning techniques,” *Technol Soc*, vol. 71, Nov. 2022, [En línea]. Disponible: doi: 10.1016/j.techsoc.2022.102118.
- [9] B. H. Robinson, “E-waste: An assessment of global production and environmental impacts,” *Science of the Total Environment*, vol. 408, no. 2, pp. 183–191, Dec. 2009, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2009.09.044.
- [10] J. Pohl, V. Frick, A. Hoefner, T. Santarius, and M. Finkbeiner, “Environmental saving potentials of a smart home system from a life cycle perspective: How green is the smart home?” *J Clean Prod*, vol. 312, p. 127845, Aug. 2021, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2021.127845.
- [11] P. Fetsis, “The LIFE Programme – Over 20 Years Improving Sustainability in the Built Environment in the EU,” *Procedia Environ Sci*, vol. 38, pp. 913–918, 2017, doi: 10.1016/J.PROENV.2017.03.179.

- [12] A. M. Vega, F. Santamaria, and E. Rivas, "Modeling for home electric energy management: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 52, pp. 948–959, Aug. 2015, doi: 10.1016/J.RSER.2015.07.023.
- [13] H. Jafari, "Energy storage by improving energy-efficiency of electricity home appliances under governmental supporting policies: A game-theoretic approach," *J Energy Storage*, vol. 63, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.est.2023.106972.
- [14] I. Priyadarshini, A. Alkhayat, A. Gehlot, and R. Kumar, "Time series analysis and anomaly detection for trustworthy smart homes," *Computers and Electrical Engineering*, vol. 102, p. 108193, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.COMPELECENG.2022.108193.
- [15] B. K. Sovacool, M. Martiskainen, and D. D. Furszyfer Del Rio, "Knowledge, energy sustainability, and vulnerability in the demographics of smart home technology diffusion," *Energy Policy*, vol. 153, p. 112196, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.ENPOL.2021.112196.
- [16] J. Pohl, V. Frick, A. Hoefner, T. Santarius, and M. Finkbeiner, "Environmental saving potentials of a smart home system from a life cycle perspective: How green is the smart home?," *J Clean Prod*, vol. 312, Aug. 2021, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2021.127845.
- [17] L. Bartram, J. Rodgers, and R. Woodbury, "Smart homes or smart occupants? Supporting aware living in the home," *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 6947 LNCS, no. PART 2, pp. 52–64, 2011, doi: 10.1007/978-3-642-23771-3_5.
- [18] C. N. Leonidou, C. S. Katsikeas, and N. A. Morgan, "'Greening' the marketing mix: Do firms do it and does it pay off?," *J Acad Mark Sci*, vol. 41, no. 2, pp. 151–170, Mar. 2013, doi: 10.1007/S11747-012-0317-2.
- [19] R. H. W. Boyer, A. D. Hunka, M. Linder, K. A. Whalen, and S. Habibi, "Product Labels for the Circular Economy: Are Customers Willing to Pay for Circular?," *Sustain Prod Consum*, vol. 27, pp. 61–71, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.spc.2020.10.010.
- [20] "Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2022." Accessed: Nov. 27, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/>
- [21] "Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2020." Accessed: Nov. 27, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/>
- [22] M. Schill, D. Godefroit-Winkel, M. D.-E. Economics, and undefined 2019, "Consumers' intentions to purchase smart home objects: Do environmental issues matter?," *ElsevierM Schill, D Godefroit-Winkel, MF Diallo, C BarbarossaEcological Economics, 2019•Elsevier*, Accessed: Nov. 27, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800918317208>
- [23] J. Walzberg, T. Dandres, N. Merveille, M. Cheriet, and R. Samson, "Assessing behavioural change with agent-based life cycle assessment: Application to smart homes," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 111, pp. 365–376, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.RSER.2019.05.038.

- [24] C. Baldé, V. Forti, V. Gray, R. Kuehr, and P. Stegmann, "The global e-waste monitor 2017: Quantities, flows and resources," 2017, Accessed: Nov. 27, 2024. [En línea]. Disponible: http://collections.unu.edu/eserv/unu:6341/GEM_2017-R.pdf
- [25] J. Korhonen, A. Honkasalo, and J. Seppälä, "Circular Economy: The Concept and its Limitations," *Ecological Economics*, vol. 143, pp. 37–46, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.ECOLECON.2017.06.041.
- [26] R. Pérez, "Energy efficiency in smart cities: Case study of Barcelona," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 78, pp. 123–136, 2021. doi: 10.1016/j.rser.2021.07.004.
- [27] C. E. Saldaña-Durán, G. Bernache-Pérez, S. Ojeda-Benitez, and S. E. Cruz-Sotelo, "Environmental pollution of E-waste: generation, collection, legislation, and recycling practices in Mexico," *Handbook of Electronic Waste Management: International Best Practices and Case Studies*, pp. 421–442, Jan. 2020, doi: 10.1016/B978-0-12-817030-4.00021-8.
- [28] M. Premalatha, Tabassum-Abbasi, T. Abbasi, and S. A. Abbasi, "The generation, impact, and management of E-Waste: State of the art," *Crit Rev Environ Sci Technol*, vol. 44, no. 14, pp. 1577–1678, Jul. 2014, doi: 10.1080/10643389.2013.782171.
- [29] S. Cruz-Sotelo, S. Ojeda-Benítez, J. J. S.- Sustainability, and undefined 2017, "E-waste supply chain in Mexico: Challenges and opportunities for sustainable management," *mdpi.com*, Accessed: Nov. 27, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/4/503>
- [30] S. E. Cruz-Sotelo *et al.*, "E-Waste Supply Chain in Mexico: Challenges and Opportunities for Sustainable Management," *Sustainability 2017, Vol. 9, Page 503*, vol. 9, no. 4, p. 503, Mar. 2017, doi: 10.3390/SU9040503.
- [31] "Mercado Latinoamericano de Casa Inteligente 2023-2028 | Tamaño, Tendencias, Crecimiento." Accessed: Apr. 23, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-latinoamericano-de-casa-inteligente>
- [32] "Digital society: gaps and challenges for digital inclusion in Latin America and the Caribbean; Policy papers UNESCO; 2017 - 262860eng.pdf." Accessed: Apr. 23, 2023. [En línea]. Disponible: https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000262860_eng&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_a6979f23-8661-4c5c-ac21-2c5aee409798%3F_%3D262860eng.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000262860_eng/PDF/262860eng.pdf#%5B%7B%22num%22%3A18%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2Cnull%2Cnull%2C0%5D
- [33] P. Fetsis, "The LIFE Programme – Over 20 Years Improving Sustainability in the Built Environment in the EU," *Procedia Environ Sci*, vol. 38, pp. 913–918, 2017, doi: 10.1016/j.proenv.2017.03.179.
- [34] J. Wang, M. K. Lim, C. Wang, and M. L. Tseng, "The evolution of the Internet of Things (IoT) over the past 20 years," *Comput Ind Eng*, vol. 155, May 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107174.

- [35] M. Lieder and A. Rashid, "Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry," *J Clean Prod*, vol. 115, pp. 36–51, Mar. 2016, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2015.12.042.
- [36] J. Mesa, I. Esparragoza, and H. Maury, "Developing a set of sustainability indicators for product families based on the circular economy model," *J Clean Prod*, vol. 196, pp. 1429–1442, Sep. 2018, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2018.06.131.
- [37] E. Schiller, A. Aidoo, J. Fuhrer, J. Stahl, M. Ziörjen, and B. Stiller, "Landscape of IoT security," May 01, 2022, *Elsevier Ireland Ltd*. doi: 10.1016/j.cosrev.2022.100467.
- [38] C. R. Schoenberger, "The internet of things chips at the checkout counter," *Forbes*, vol. 169, no. 6, pp. 155–161, 2002.
- [39] R. Ford, M. Pritoni, A. Sanguinetti, and B. Karlin, "Categories and functionality of smart home technology for energy management," *Build Environ*, vol. 123, pp. 543–554, Oct. 2017, doi: 10.1016/J.BUILDENV.2017.07.020.
- [40] V. Gunge, P. Y.-I. J. of Computer, and undefined 2016, "Smart home automation: a literature review," *researchgate.net*, pp. 975–8887, Accessed: Nov. 24, 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Mourad-Lafifi/post/List-a-number-of-Cloud-Solution-for-monitoring-Home-Office-Appliance-Like-Firealarm-device/attachment/59d6596879197b80779aeec7/AS%3A542408868073472%401506331759221/download/Smart+Home+Automation+A+Literature+Review.pdf>
- [41] K. Shockley, "Enabling collective responsibility for environmental justice," *The Routledge Handbook of Collective Responsibility*, pp. 486–500, May 2020, doi: 10.4324/9781315107608-39/ENABLING-COLLECTIVE-RESPONSIBILITY-ENVIRONMENTAL-JUSTICE-KENNETH-SHOCKLEY.
- [42] B. Zhou *et al.*, "Smart home energy management systems: Concept, configurations, and scheduling strategies," *ElsevierB Zhou, W Li, KW Chan, Y Cao, Y Kuang, X Liu, X WangRenewable and Sustainable Energy Reviews, 2016•Elsevier*, vol. 61, pp. 30–40, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.rser.2016.03.047.
- [43] B. A. Barajas, "Smart Cities y su Gestión de Residuos: el papel de las herramientas cuantitativas y cualitativas en la aplicación de soluciones inteligentes.," 2021, Accessed: Nov. 28, 2024. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/47614>
- [44] A. Nilsson, M. Wester, D. Lazarevic, and N. Brandt, "Smart homes, home energy management systems and real-time feedback: Lessons for influencing household energy consumption from a Swedish field study," *Energy Build*, vol. 179, pp. 15–25, Nov. 2018, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2018.08.026.
- [45] H. Wilhite and R. Ling, "Measured energy savings from a more informative energy bill," *Energy Build*, vol. 22, no. 2, pp. 145–155, 1995.
- [46] B. Stikvoort and P. Juslin, "We are all individuals: Within- and between-subject analysis of relationships between pro-environmental intentions and motivations," *J Environ Psychol*, vol. 81, p. 101812, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.JENVP.2022.101812.

- [47] B. Zhou *et al.*, “Smart home energy management systems: Concept, configurations, and scheduling strategies,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 61, pp. 30–40, Aug. 2016, doi: 10.1016/J.RSER.2016.03.047.
- [48] C. Cleveland and C. Morris, “Dictionary of energy,” 2005, Accessed: Oct. 02, 2022. [En línea]. Disponible: <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=J4w-PsZco2MC&oi=fnd&pg=PR1&ots=NlonzmcxE&sig=VazFBqpBk68waWLLsKrMHT8RXg8>
- [49] W. Li, T. Yigitcanlar, I. Erol, and A. Liu, “Motivations, barriers and risks of smart home adoption: From systematic literature review to conceptual framework,” *Energy Res Soc Sci*, vol. 80, p. 102211, Oct. 2021, doi: 10.1016/J.ERSS.2021.102211.
- [50] D. Montgomery, “Diseño y análisis de experimentos,” 2014, Accessed: Mar. 29, 2023. [En línea]. Disponible: <http://dspace.scz.ucb.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/30561/1/14559.pdf>
- [51] B. Zuluaga, D. Estrada, M. Camila, and P. Mesa, “La Economía del Bienestar y las políticas económicas,” 2018, Accessed: Nov. 24, 2022. [En línea]. Disponible: www.icesi.edu.co
- [52] “Introduction to Cost–Benefit Analysis: Looking for Reasonable Shortcuts - Ginés de Rus - Google Libros.” Accessed: Oct. 25, 2022. [En línea]. Disponible: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yaAjEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=DE+RUS,+G.+\(2010\):+Introduction+to+Cost-Benefit+Analysis.+Looking+for+Reasonable+Shortcuts,+Cheltenham,+Inglaterra,+Edward+Elgar.&ots=nMkFpDP1G6&sig=Uy6ZW3Me9tYvgo4KBOKFtIE2U8w#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yaAjEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=DE+RUS,+G.+(2010):+Introduction+to+Cost-Benefit+Analysis.+Looking+for+Reasonable+Shortcuts,+Cheltenham,+Inglaterra,+Edward+Elgar.&ots=nMkFpDP1G6&sig=Uy6ZW3Me9tYvgo4KBOKFtIE2U8w#v=onepage&q&f=false)
- [53] “NSE.” Accessed: May 28, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.amai.org/NSE/>
- [54] “NSE.” Accessed: Nov. 28, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.amai.org/NSE/index.php?queVe0=NSE2024>
- [55] J. L. Hernández, I. de Miguel, F. Vélez, and A. Vasallo, “Challenges and opportunities in European smart buildings energy management: A critical review,” Jul. 01, 2024, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.rser.2024.114472.
- [56] Z. Ma, D. P. Pu, and H. Liang, “Financing net-zero energy integration in smart cities with green bonds and public-private partnerships,” *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 64, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.seta.2024.103708.
- [57] W. Grycan, “Legislative support for improving sustainable and smart electricity consumption in polish residential sector,” *J Clean Prod*, vol. 266, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121995.
- [58] J. Xu and W. XU, “Financing sustainable smart city Projects: Public-Private partnerships and green Bonds,” *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 64, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.seta.2024.103699.
- [59] S. Šćepanović, M. Warnier, and J. K. Nurminen, “The role of context in residential energy interventions: A meta review,” 2017, *Elsevier Ltd*. doi: 10.1016/j.rser.2016.11.044.

- [60] M. Croucher, "Potential problems and limitations of energy conservation and energy efficiency," *Energy Policy*, vol. 39, no. 10, pp. 5795–5799, Oct. 2011, doi: 10.1016/J.ENPOL.2011.07.011.
- [61] G. Brandon and A. Lewis, "REDUCING HOUSEHOLD ENERGY CONSUMPTION: A QUALITATIVE AND QUANTITATIVE FIELD STUDY," *J Environ Psychol*, vol. 19, no. 1, pp. 75–85, Mar. 1999, doi: 10.1006/JEVP.1998.0105.
- [62] D. Yim, "Tale of two green communities: Energy informatics and social competition on energy conservation behavior," p. 475, 2011, Accessed: Jun. 10, 2024. [En línea]. Disponible: https://aisel.aisnet.org/amcis2011_submissions/475/
- [63] F. D.-M. quarterly and undefined 1989, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *JSTOR*, doi: 10.36863/mds.a.14027.
- [64] A. Shuhaiber and I. Mashal, "Understanding users' acceptance of smart homes," *Technol Soc*, vol. 58, p. 101110, Aug. 2019, doi: 10.1016/J.TECHSOC.2019.01.003.
- [65] G. Zhang, H. Tian, H. Liu, A. Raychaudhuri, and Y. Cai, "Improving the WEEE recycling fund system in China: Multi-objective decision-making model based on EPR system," *Circular Economy*, p. 100038, Apr. 2023, doi: 10.1016/J.CEC.2023.100038.
- [66] "Acerca de la OCDE - OECD." Accessed: May 15, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.oecd.org/acerca/>
- [67] "Publica Sedema Norma Ambiental sobre residuos eléctricos y electrónicos." Accessed: May 15, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/publica-sedema-norma-ambiental-sobre-residuos-electricos-y-electronicos>
- [68] C. De Diputados, D. H. Congreso De, L. A. Unión, and N. Ley, "LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS".
- [69] "Vida útil y ciclo de vida de los móviles y dispositivos electrónicos - Andromines." Accessed: Nov. 24, 2022. [En línea]. Disponible: <https://andromines.net/es/2019/04/26/vida-util-y-ciclo-de-vida-de-los-moviles-y-dispositivos-electronicos/>
- [70] J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resour Conserv Recycl*, vol. 127, pp. 221–232, Dec. 2017, doi: 10.1016/J.RESCONREC.2017.09.005.
- [71] "Circular Advantage Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth Circular Advantage Innovative Business Models and Technologies to Create Value without Limits to Growth Executive Summary at a Glance", Accessed: Nov. 24, 2022. [En línea]. Disponible: <http://www.ipcc.ch/>
- [72] N. M. P. Bocken, I. de Pauw, C. Bakker, and B. van der Grinten, "Product design and business model strategies for a circular economy," <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>, vol. 33, no. 5, pp. 308–320, Jul. 2016, doi: 10.1080/21681015.2016.1172124.

- [73] J. D. Abbey, M. G. Meloy, V. D. R. Guide, and S. Atalay, "Remanufactured Products in Closed-Loop Supply Chains for Consumer Goods," *Prod Oper Manag*, vol. 24, no. 3, pp. 488–503, Mar. 2015, doi: 10.1111/POMS.12238.
- [74] "Población," *Censos y conteos. Población y Vivienda*, 1910. <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- [75] "EBCO 2018." Accessed: May 01, 2023. [En línea]. Disponible: <http://www.cij.gob.mx/ebco2018-2024/9661/9661CSD.html>
- [76] S. DEL CARMEN, "'MUESTRA PROBABILISTICA Y NO PROBABILISTICA,'" 2019, Accessed: May 01, 2023. [En línea]. Disponible: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108928/secme-10911_1.pdf?sequence=1
- [77] D. J. Supo, "Cómo validar un instrumento," 2013, Accessed: Jun. 07, 2024. [En línea]. Disponible: <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/16000>
- [78] ENIGH 2022, "Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2022 (ENIGH) 26 de julio de 2023".
- [79] K. Tete, Y. Soro, S. Sidibé, R. J.-E. and Buildings, and undefined 2023, "domestic electricity consumption in relation to households' lifestyles and energy behaviours in Burkina Faso: Findings from a large-scale, city-wide household survey," *Elsevier*, Accessed: Nov. 28, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778823001445>
- [80] C. Grottera *et al.*, "Linking electricity consumption of home appliances and standard of living: A comparison between Brazilian and French households," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 94, pp. 877–888, Oct. 2018, doi: 10.1016/J.RSER.2018.06.063.
- [81] "The Home Depot México." Accessed: Jun. 02, 2024. [En línea]. Disponible: https://www.homedepot.com.mx/?ds_rl=1285397&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw0_WyBhDMARIsAL1Vz8uKcNFCUBJYhzBbLtvDL60rQmDd_QLbfNlcX3UCnS-ly0qcn1PaJxUaAnSOEALw_wcB&gclsrc=aw.ds
- [82] "Laptop HP Victus 16-d0505la - 16.1" (62C03LA) - Tienda HP.com México." Accessed: Jun. 02, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.hp.com/mx-es/shop/laptop-hp-victus-16-d0505la-62c03la.html>
- [83] "Computadora de escritorio Inspiron Gaming Desktop Configuración y especificaciones | Dell México." Accessed: Jun. 02, 2024. [En línea]. Disponible: https://www.dell.com/support/manuals/es-mx/inspiron-5680-gaming-desktop/inspiron5680_setupandspecs/dimensiones-y-peso?guid=guid-e61bc68b-bd2a-4e5d-981a-89f9fb0f8b6a&lang=es-mx
- [84] "Aires Mirage GDL - Aire acondicionado - Minisplit - Inverter." Accessed: Jun. 02, 2024. [En línea]. Disponible: https://www.airesmiragegdl.com/ficha-tecnica-90-titanium_9-1.0Toneladas-220V-frio
- [85] "DELL, 2013, "Computadoras" https://www.dell.com/support/manuals/en-ie/inspiron-5680-gaming-desktop/inspiron5680_setupandspecs/dimensiones-y-peso?guid=guid-e61bc68b-bd2a-4e5d-981a-89f9fb0f8b6a&lang=es-mx.

- [86] “Cuánto tiempo puede durar tu televisor encendido durante el día - Infobae.” Accessed: Jun. 02, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.infobae.com/tecno/2024/04/04/cuanto-tiempo-puede-durar-tu-televisor-encendido-durante-el-dia/>
- [87] “Vida Util Depreciacion | PDF | Industrias | Ingeniería.” Accessed: Jun. 02, 2024. [En línea]. Disponible: <https://es.scribd.com/document/184721492/Vida-Util-Depreciacion>
- [88] “Vida útil productos LG - Soporte y ayuda | LG CL.” Accessed: jun. 02, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.lg.com/cl/vida-util-productos-lg/>

Anexos

Anexo 1 Instrumento

1. Colonia/Fraccionamiento _____
2. ¿Cuántas familias habitan su domicilio? _____
3. ¿Cuántas personas habitan la vivienda? _____
4. ¿Cuánto pago de su recibo eléctrico el último mes? _____

5. Sexo: _____ Edad: _____ Escolaridad: _____

1. Masculino

2. Femenino

3. Otro

1. Sin escolaridad

2. Primaria Inconclusa

3. Primaria

4. secundaria

Inconclusa

5. Secundaria

6. Técnico

7. Preparatoria

Inconclusa

8. Preparatoria

9. Licenciatura

Inconclusa

10. Licenciatura

11. Otro (especifique)

6. Selecciona las áreas que hay en tu casa:

| |
|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |

Cocina

Comedor independiente

Cocina-comedor

Sala independiente

Recámara ¿Cuántas? _____

Baño ¿Cuántos? _____

Recibidor

Closet (cuarto independiente)

Cuarto de lavado

Otros: _____

7. ¿Cuántos contactos eléctricos tiene por áreas en casa (si el conector es doble cuenta por dos)?

| | |
|-------|------------------|
| | Cocina |
| | Comedor |
| | Sala |
| / / / | Recámara (s) |
| / / / | Baño (s) |
| | Recibidor |
| | Closet |
| | Cuarto de lavado |
| | Otros: _____ |

8. De la siguiente lista de dispositivos inteligentes (controlados de forma remota-internet), ¿Cuáles utiliza en casa?

| | Lo conozco | Tengo “#” y lo utilizo | Tengo “#” y NO lo utilizo |
|------------------------|------------|------------------------|---------------------------|
| Conector de corriente | | | |
| Apagador eléctrico | | | |
| Focos | | | |
| Asistente de voz | | | |
| Timbre con cámara | | | |
| termostato | | | |
| Cerraduras | | | |
| Cámaras de seguridad | | | |
| Cochera eléctrica | | | |
| Riego de plantas | | | |
| Detectores de humo | | | |
| Lavadora | | | |
| Sensores de movimiento | | | |
| Control de persianas | | | |
| Tablets | | | |
| Otros | | | |

9. ¿Te interesa adquirir dispositivos inteligentes para tu hogar?

10. ¿Cuáles crees que sean los principales beneficios al utilizar dispositivos inteligentes? (ordena)

()Tiempo ()Ahorro dinero ()Seguridad ()Comodidad

11. ¿Cuáles crees que sean los motivos para NO adquirir dispositivos inteligentes para el hogar?

()Cuestan mucho ()Duran poco ()Difícil de usar
 ()Funcionan igual ()No hay beneficios que los convencionales

I. Hábitos de Consumo y prácticas de manejo

12. Indique dentro del paréntesis con cuantos equipos/servicios cuenta en su hogar:

| | | |
|-------------------------|-------------------------------|---------------|
| () Computadoras | () Estufa/parrilla eléctrica | () Tostador |
| () Laptop | () Horno | () Batidora |
| () Cámaras | () Microondas | () Cafetera |
| () Impresora | () Extractor | () Licuadora |
| () Videocámaras | () Dispensador/bomba de agua | () Plancha |
| () Equipos de Sonido | () Lavadora | () Abanicos |
| () TV | () Secadora | () Lámparas |
| () Cámara Fotográfica | () Refrigerador | |
| () Consola videojuegos | () A/C minisplit 1ton | |
| () Teléfonos Fijos | () A/C minisplit 2ton | |
| () Celulares | () Cochera eléctrica | |
| () Cable | | |
| () Sky | | |
| () Internet | | |

13. ¿Qué hace cuando un alguno de los siguientes equipos no funciona?

| | <i>Desecha</i> | | | <i>Repara</i> | <i>Compra</i> | | <i>Donde</i> | |
|----------------------------|----------------|--------|------|---------------|---------------|-------|--------------|------|
| | Vende | Regala | Tira | | Nuevo | Usado | México | EEUU |
| Refrigerador | | | | | | | | |
| Microondas | | | | | | | | |
| Lavadora | | | | | | | | |
| Celular | | | | | | | | |
| Computadora | | | | | | | | |
| TV | | | | | | | | |
| Calentador de agua | | | | | | | | |
| Consola de entretenimiento | | | | | | | | |
| Refrigeración | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

14. ¿Qué aparatos cambia con frecuencia por obtener uno más novedoso?
15. Escribe una razón por la cual no repararías un producto:
16. ¿Cuándo un equipo no tiene reparación, que hace con él?
17. ¿Qué hace con los equipos eléctricos/electrónicos cuando ya no los utiliza?

1. Almacena
2. Dona
3. Vende
4. Utiliza partes
5. Tira a la basura
6. Otro

18. Los siguientes artículos como los adquirió:

1) Nuevos, 2) Usados, 3) Otros. . . (Renta)

- TV ()
- Refrigerador ()
- Computadora ()
- Lavadora ()

Conocimiento del consumidor

19. Cuando desecha algún electrodoméstico, ¿qué cree que suceda con él? Otras personas:

1. Reutilizan
2. Venden
3. Lo destruyen para vender partes
4. Va al relleno sanitario
5. Los reciclan
6. Otra

20. ¿Cree Usted que los equipos eléctricos/electrónicos que desechamos en la basura ocasionan algún problema?

¿Cuál? _____

21. ¿Quién es el responsable de la disposición final de los equipos eléctricos/electrónicos?

- | | |
|--------------|-----|
| 1 Población | () |
| 2 Municipio | () |
| 3 Fabricante | () |
| 4 Otros | () |

22. Ordena de mayor a menor significancia los factores que consideras los más importantes que determinan la adquisición de un electrodoméstico.

- | | |
|----------------------|-----|
| 1 Precio | () |
| 2 Consumo Energético | () |
| 3 Marca | () |
| 4 Nuevo | () |
| 5 Otros | () |

23. ¿Cree Ud. que existe un control adecuado de la basura electrónica en nuestra ciudad?
() Si () No

24. ¿Cree Ud. que lo que desechos eléctricos/electrónicos que salen del hogar, pueden ser aprovechados?

1. Si ¿Cómo?

Anexo 2 Cuestionario AMAI



CUESTIONARIO PARA LA APLICACIÓN DE LA REGLA AMAI 2022 Y TABLA DE CLASIFICACIÓN

A continuación se presenta el conjunto de preguntas que se deben realizar a cada hogar para aplicar correctamente la regla **AMAI 2022** para estimar el Nivel Socioeconómico.

En cada una de las categorías de respuesta se presenta el total de puntos que aporta al modelo para calcular el Nivel al que pertenece el hogar.

PREGUNTAS

1. Pensando en el jefe o jefa de hogar, ¿cuál fue el último año de estudios que aprobó en la escuela?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|-------------------------|--------|
| No estudió | 0 |
| Primaria Incompleta | 6 |
| Primaria Completa | 11 |
| Secundaria Incompleta | 12 |
| Secundaria Completa | 18 |
| Carrera comercial | 23 |
| Carrera técnica | 23 |
| Preparatoria Incompleta | 23 |
| Preparatoria Completa | 27 |
| Licenciatura Incompleta | 36 |
| Licenciatura Completa | 59 |
| Diplomado o maestría | 85 |
| Doctorado | 85 |

2. ¿Cuántos baños completos con regadera y W.C. (excusado) hay en esta vivienda?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|-----------|--------|
| 0 | 0 |
| 1 | 24 |
| 2 ó más | 47 |

3. ¿Cuántos automóviles o camionetas tienen en su hogar, incluyendo camionetas cerradas, o con cabina o caja?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|-----------|--------|
| 0 | 0 |
| 1 | 22 |
| 2 ó más | 43 |

4. Sin tomar en cuenta la conexión móvil que pudiera tener desde algún celular ¿este hogar cuenta con internet?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|-----------|--------|
| NO TIENE | 0 |
| SÍ TIENE | 32 |

5. De todas las personas de 14 años o más que viven en el hogar, ¿cuántas trabajaron en el último mes?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|-----------|--------|
| 0 | 0 |
| 1 | 15 |
| 2 | 31 |
| 3 | 46 |
| 4 ó más | 61 |

6. En esta vivienda, ¿cuántos cuartos se usan para dormir, sin contar pasillos ni baños?

| RESPUESTA | PUNTOS |
|-----------|--------|
| 0 | 0 |
| 1 | 8 |
| 2 | 16 |
| 3 | 24 |
| 4 ó más | 32 |



TABLA DE CLASIFICACIÓN DEL NIVEL SOCIOECONÓMICO

Una vez que se hayan realizado las preguntas del cuestionario, se deberán sumar los puntos obtenidos para cada uno de los hogares, y se utilizará la siguiente tabla para determinar el nivel socioeconómico al que pertenece.

| Nivel Socioeconómico | Puntos |
|-----------------------------|---------------|
| A/B | 202 y más |
| C+ | 168 a 201 |
| C | 141 a 167 |
| C- | 116 a 140 |
| D+ | 95 a 115 |
| D | 48 a 94 |
| E | 0 a 47 |

Anexo 3 Instrumento en línea

Puede encontrar la encuesta de forma permanente en el siguiente link
<https://forms.gle/bhsd9o9j4YjxKwey9>

Encuesta

La siguiente encuesta tiene por objetivo obtener información sobre el conocimiento de dispositivos inteligentes y manejo de equipo eléctrico y electrónico en los hogares de Mexicali

Cuenta con 6 secciones, con una duración estimada de respuesta de 5 a 7 minutos.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

1. **Edad del encuestado: ***

Marca solo un óvalo.

- de 20 a 30 años
- de 31 a 40 años
- de 41 a 50 años
- de 51 a 60 años
- de 61 a 70 años
- de 71 a 80 años

2. **Género: ***

Marca solo un óvalo.

- Femenino
- Masculino
- Otro

3. **Nivel de estudios: ***

4. **¿Cuántas personas habitan tu vivienda (incluyéndote)? ***

5. **Agregue una fotografía de su último recibo de luz, ambos lados.**
1. De clic en agregar archivo

Archivos enviados:

6. **¿Cuánto pagó de su recibo eléctrico el último mes? ***

Marca solo un óvalo.

- de 0 a 250 pesos
- de 251 a 500 pesos
- de 501 a 750 pesos
- de 751 a 1000 pesos
- de 1001 a 1500 pesos
- de 1501 a 2000 pesos
- de 2001 a 2500 pesos
- de 2501 a 3000 pesos
- de 3001 a 3500 pesos
- de 3501 a 4000 pesos
- de 4001 a 5000 pesos
- más de 5000 pesos

Jefe o Jefa de familia

En esta sección la información será solo del Jefe o la Jefa de familia, quien aporta económicamente más al hogar.

7. **Edad del jefe de familia: ***

Marca solo un óvalo.

de 20 a 30

de 31 a 40

de 41 a 50

de 51 a 60

de 61 a 70

de 71 a 80

8. **¿Cuál es su último grado de estudios? (jefe de familia) ***

Marca solo un óvalo.

Primaria inconclusa

Terminó la primaria

Secundaria inconclusa

Terminó la secundaria

Preparatoria inconclusa

Terminó la preparatoria

Carrera técnica

Licenciatura inconclusa o en proceso

Licenciatura terminada

Posgrado

Información de la vivienda

9. **¿Cuántos baños completos con regadera y sanitario hay en su vivienda? ***

Marca solo un óvalo.

0

1

2

3

4

4 o más

10. **¿Cuántos automóviles en uso tienen en su vivienda? ***

Marca solo un óvalo.

0

1

2

3 ó más

11. **Sin tomar en cuenta la conexión móvil que pudiera tener desde algún celular ¿cuenta con internet en su hogar? ***

Marca solo un óvalo.

No

Sí

12. **De todas las personas de 16 años o más que viven en la vivienda, ¿cuántas *
trabajaron en el último mes?**

Marca solo un óvalo.

- Ninguna
- 1
- 2
- 3
- 4 ó más

13. **En esta vivienda, ¿cuántos cuartos se usan para dormir? ***

Marca solo un óvalo.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5 o más

14. **Además de las recamaras o baños, seleccione las areas que hay en su *
vivienda:**

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Cocina
- Comedor (si su comedor esta dentro de la cocina, no seleccionar)
- Sala independiente
- Recibidor (como una sección aparte)
- Closet (como un cuarto aparte)
- Cuarto de lavado

15. **Indique con cuántos equipos cuenta en su vivienda: ***

Marca solo un óvalo por fila.

| | 0 | 1 | 2 | 3 o más |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Computadora de escritorio | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Laptop (computadora portátil) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Cámaras de seguridad | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Impresora | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Equipo de sonido | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Televisión | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Consola de videojuegos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Aire acondicionado de paquete | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Horno (eléctrico) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Microondas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Extractor de humo en cocina | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Extractor eléctrico de baño | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Dispensador de agua

16. **Alguno de los siguientes equipos en su hogar esta marcado como "ahorrador de energía" o "verde"?**

*

Marca solo un óvalo por fila.

| | Sí | No | No se | No tengo |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Televisión | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Aire acondicionado de paquete | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Lavadora | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Secadora de gas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Secadora eléctrica | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Refrigerador | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Minisplit 1 tonelada | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Minisplit 2 toneladas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

17. **Cantidad de focos en la vivienda: (interior y exterior)**

Marca solo un óvalo.

- 0 a 5
- 6 a 10
- 11 a 15
- 16 a 20
- 21 a 25
- 26 o más

18. **¿Cuál cree que sería la descripción correcta para definir la situación en su hogar? ***

Marca solo un óvalo.

- No tengo focos ahorradores de energía
- Algunos de mis focos son ahorradores de energía (hasta 50%)
- La mayoría de mis focos son ahorradores de energía (hasta 75%)
- Todos los focos son ahorradores de energía

Percepción del encuestado

19. De la siguiente lista de dispositivos inteligentes (controlados de forma remota-internet), ¿cuáles utiliza en casa? *

Favor de seleccionar la opción de cantidad sólo si su dispositivo funciona con internet

Selecciona todas las opciones que correspondan.

| | No lo conozco | Lo conozco | 1 | 2 | 3 o más |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Conector de corriente | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Apagador eléctrico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Foco | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Timbre con cámara | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Termostato | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Cerradura (Cerrojo, chapa) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Cámaras de seguridad | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Cochera eléctrica | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Detectores de humo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Lavadora | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sensor de movimiento | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Control de persianas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Controlador de voz (google, alexa, etc.) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Televisor | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Riego de plantas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Infrarrojo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

20. ¿Le interesa adquirir dispositivos inteligentes para tu vivienda? *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

21. ¿Cuál de los siguientes crees que es el principal beneficio al utilizar dispositivos inteligentes? (Seleccionar del 1 al 4, en donde el 1 es el que tiene menor beneficio y el 4 el de mayor beneficio) *

Marca solo un óvalo por fila.

| | Ahorro de tiempo | Ahorro de dinero | Seguridad | Comodidad |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

22. **¿Cuáles crees que sean los motivos para NO adquirir dispositivos inteligentes para tu vivienda?** *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- Cuestan mucho
- Funcionan igual que los convencionales
- Duran poco
- No hay beneficios
- Dificiles de usar
- No los conozco

23. **¿Estaría dispuesto a pagar más por un dispositivo con etiquetas que consideren el cuidado del medio ambiente? (que sea etiquetado como sustentable, reciclable, ahorrador de energía).** *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

24. **¿Cuáles son las principales barreras u obstáculos que se le podrían presentar para no reparar un electrodoméstico o aparato eléctrico en su vivienda?** *

Marca solo un óvalo por fila.

| | Precios altos | No hay piezas | No hay personas que reparen | Es más barato comprar otro |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4 | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

25. **¿Cree usted que los equipos eléctricos/electrónicos que desechemos en la basura ocasionan algún problema?** *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

26. **¿Qué hace con los equipos eléctricos/electrónicos cuando ya no los utiliza?** *

Marca solo un óvalo.

- Almacena
 Dona
 Utiliza las partes
 Vende
 Tira a la basura

27. **¿Quién cree usted que debería ser el responsable de los electrodomésticos que desechamos?** *

Marca solo un óvalo.

- Yo, población
- Municipio
- Fabricante
- Todos los anteriores

28. **¿Para usted, qué factor es más importante al adquirir un electrodoméstico nuevo?** *

Marca solo un óvalo.

- Precio
- Consumo eléctrico
- Marca
- Nuevo (nunca ha sido usado)
- Moda (es nuevo en el mercado)
- Recomendación

29. **¿Cree usted que existe un control adecuado de la basura electrónica en nuestra ciudad?** *

Marca solo un óvalo.

- No
- Sí

30. **¿Cree usted que los desechos eléctricos/electrónicos que salen del hogar, pueden ser aprovechados?** *

Marca solo un óvalo.

- Sí
 No

31. **¿Ha participado en campañas o programas de acopio de residuos electrónicos?** *

Marca solo un óvalo.

- Sí *Ir a la pregunta 32*
 No *Ir a la pregunta 33*

Si

32. **¿En cuál campaña o programa de acopio de residuos electrónicos ha participado?** *

Continúa

33. ¿Qué es lo primero que hace cuando alguno de los siguientes equipos NO **FUNCIONA**?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

| | Reparar | Vender | Tirar a la basura | Llevar a un centro de acopio |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Televisión | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Aire acondicionado | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Lavadora | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Secadora | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Refrigerador | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Microondas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Computadora | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Celular | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Calentador de agua | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Consola de videojuegos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eléctrodomesticos portátiles (de cocina) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

34. ¿En qué estado suele comprar los dispositivos de la siguiente lista cuando ya no funcionan y/o no tienen reparación? *

Marca solo un óvalo por fila.

| | Compro uno nuevo | Compro uno usado |
|--|------------------------|------------------------|
| Televisión | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Aire acondicionado | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Lavadora y/o secadora | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Refrigerador | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Microondas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Computadora | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Celular | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Calentador de agua | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Eléctrodomesticos portátiles (de cocina) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

35. **En dónde y en qué estado (nuevo o usado) compra la mayoría de sus electrodomésticos?** *

Marca solo un óvalo.

- Nuevo en México
- Usado en México
- Nuevo en Estados Unidos
- Usado en Estados Unidos

Gracias por su ayuda

Sus respuestas han quedado registradas correctamente. Por favor, seleccione la opción "enviar".

Anexo 4 Metodología del Análisis Costo Beneficio

