



# Guía:

## Eficiencia Energética en Inmuebles Históricos Poblanos



**Guía:**  
**Eficiencia Energética en Inmuebles Históricos Poblanos**

Gobierno del Estado de Puebla

Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y  
Ordenamiento Territorial

Dirección de Gestión de Cambio Climático, Ciudades  
Inteligentes y Transición Energética

# Directorio



## Gobierno del Estado de Puebla

C. Sergio Salomón Céspedes Peregrina  
Gobernador Constitucional del Estado de Puebla



## Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial

C. Norma Angélica Sandoval Gómez  
Encargada de Despacho de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial



C. Darío Antonio Arroy Sánchez

Subsecretario de Gestión Ambiental y Sustentabilidad Energética



## Dirección de Gestión de Cambio Climático, Ciudades Inteligentes y Transición Energética

C. Elesban Lima Jiménez

Director de Gestión de Cambio Climático, Ciudades Inteligentes y Transición Energética

C. Arantza Olivera López Velarde

Jefa de Departamento de Sustentabilidad Energética

C. Michelle Bouchan Gámez

Analista de Sustentabilidad Energética



# Agradecimientos

Por su valiosa colaboración en la elaboración de esta Guía.

## Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

C. Héctor Lezama Aguirre  
Director de Fomento, difusión e innovación

C. Gloria Zárate Gutiérrez  
Directora de Vinculación con Estados y Municipios

C. Ana Garzón Carballo  
Jefa de Departamento de Estados y Municipios

## Instituto Nacional de Antropología e Historia

C. Manuel Villaruel Vázquez  
Director del Centro INAH Puebla

## Agencia de Energía del Estado de Puebla

C. Fabiola Jazmín Torres Martínez  
Directora de Gestión y Seguimiento a Proyectos

C. Daniela Guadalupe Soberanis Acosta  
Subdirectora de Gestión Regulatoria

## Secretaría de Turismo del Estado de Puebla

C. Héctor Isauro Vivanco López  
Director General de Planeación y Desarrollo Turístico

## Secretaría de Cultura del Estado de Puebla

C. Claudia Reyes Flores  
Subdirectora de Patrimonio Cultural





El presente documento es un primer acercamiento a la eficiencia energética para inmuebles históricos, y se ofrece como una guía general de carácter informativo.

Se recomienda encarecidamente realizar diagnósticos específicos para cada inmueble histórico, considerando el tipo de uso que se le dé y su estado de conservación.



# Contenido

## 1. Marco Jurídico

## 2. Introducción

- 2.1. Objetivos
  - 2.1.1. Objetivo general
  - 2.1.2. Objetivos específicos
- 2.2. Problemática
- 2.3 Regionalización del patrimonio

## 3. Fundamentos de eficiencia energética

- 3.1. Energía en inmuebles históricos
- 3.2. Eficiencia energética y sus Co-beneficios

## 4. Diagnóstico energético

- 4.1 Metodología del diagnóstico energético
  - 4.1.1. Datos generales del inmueble
  - 4.1.2. Censo de cargas

- 4.1.3. Recopilación de datos
- 4.1.4. Selección y Cálculo de indicadores
- 4.1.5. Análisis de Resultados
- 4.1.6. Identificación de área de oportunidad

## 5. Medidas de Eficiencia energética y Buenas Prácticas

- 5.1. Sistemas de Iluminación
- 5.2. Sistemas de climatización y ventilación
- 5.3. Misceláneos
- 5.4. Equipos de cómputo y electrónicos
- 5.5. Sistemas de fuerza y motores

# 1. Marco Jurídico

## Objetivos de Desarrollo Sostenible

El Acuerdo de París, ratificado por nuestro país en la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático (COP 21) en diciembre de 2015, determina a la energía como el principal factor generador de emisión de gases de efecto invernadero y se establece el compromiso de alcanzar un equilibrio entre las emisiones y las absorciones con el objetivo de lograr un índice igual a cero.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), contenidos en la Agenda 2030, emitidos por la Organización de las Naciones Unidas, entre estos objetivos se encuentra el ODS 7, mismo que versa respecto energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos, a través del cual se pretende garantizar el acceso a una energía limpia y asequible, clave para el desarrollo de la agricultura, las empresas, las comunicaciones, la educación, la sanidad y el transporte, y en donde la eficiencia energética juega un papel clave.

## Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 4 funda los derechos a un medio ambiente sano y a la protección de la salud. También establece que el desarrollo nacional debe ser integral y sustentable.



## Ley de Transición Energética

Es el principal instrumento regulador en materia energética en México. De acuerdo con su artículo 1, tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.

Igualmente, el artículo 4, se establece que “A través de las Metas de Energías Limpias y las Metas de Eficiencia Energética, la Secretaría de Energía promoverá que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance los niveles establecidos en la Ley General de Cambio Climático para la Industria Eléctrica. Para ello, la Secretaría de Energía deberá considerar el mayor impulso a la Eficiencia Energética y a la generación con Energías Limpias que pueda ser soportado de manera sustentable bajo las condiciones económicas y del mercado eléctrico en el país”.

## Constitución Política del Estado Libre y Soberano del Estado de Puebla

En su artículo 121 establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. También indica que el Estado y los Municipios promoverán y garantizarán, en sus respectivos ámbitos de competencia, mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, a través de la protección al ambiente y la preservación, restauración y mejoramiento del equilibrio ecológico, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.





## Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Puebla

En su artículo 47 determina que, a la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial le corresponde: I. Formular y conducir las políticas generales en materia ambiental y de desarrollo sustentable del estado, X. Establecer las políticas públicas para la prevención y el control de la contaminación [...]; así como fomentar la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes y XII. Promover e impulsar la aplicación de tecnologías y uso de energías limpias en materia ambiental.

## Ley de Cambio Climático del Estado de Puebla

Actualizada por completo en 2023, este documento establece en su Artículo 6 que las autoridades estatales y municipales en materia de cambio climático deben garantizar la participación inclusiva, equitativa, diferenciada, corresponsable y efectiva de todos los sectores de la sociedad en la política estatal de cambio climático.

En el Artículo 5, fracción XV, se menciona que la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial es responsable de fomentar la aplicación de tecnologías y procesos que reduzcan las emisiones. El Artículo 11 señala que corresponde a la Secretaría promover la investigación científica y tecnológica, el desarrollo y despliegue de tecnologías para mitigar y adaptarse al cambio climático, realizar campañas informativas y establecer bases para fortalecer capacidades institucionales y sectoriales.

Finalmente, en el Artículo 33, fracción II, se priorizan las actividades relacionadas con la investigación y uso de sistemas de ahorro de energía y fuentes menos contaminantes para recibir beneficios y estímulos del Gobierno del Estado.



## Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial

Se establece en el artículo 16, que es facultad de la Subsecretaría de Gestión Ambiental y Sustentabilidad Energética: XXIII. Sugerir a la persona titular de la Secretaría, el establecimiento de programas y proyectos de transición energética, así como establecer las estrategias a seguir, a fin de disminuir el consumo de energía en actividades cotidianas, en coordinación con las autoridades competentes; XXIV. Dirigir el fortalecimiento de capacidades en materia de eficiencia y ahorro energético con dependencias estatales y municipales, XXXIV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública estatal y de los municipios.

Asimismo, en el artículo 18, se indica que corresponde a la Dirección de Gestión de Cambio Climático, Ciudades Inteligentes y Transición Energética, el ejercicio de las siguientes atribuciones: IX. Elaborar, diseñar y operar la capacitación a las instancias correspondientes para la aplicación de tecnologías y uso de energías alternativas y limpias en materia ambiental y XVI. Proponer a su superior jerárquico, y ejecutar, programas, proyectos y acciones que impulsen el desarrollo y aplicación de tecnologías que propicien el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y reducir el impacto al medio ambiente y a los ecosistemas mediante el uso de tecnologías y prácticas en materia de energía, cambio climático y ciudades inteligentes.



## Estrategia de Eficiencia y Transición Energética del Estado de Puebla

Tiene como uno de sus objetivos generales el fomentar el uso eficiente de la energía para minimizar el impacto ambiental y el gasto económico en el estado.

En el Eje 1. Se propone incentivar medidas para el incremento de la eficiencia energética a través de la implementación de sistemas que incentiven el incremento de la eficiencia energética, estratégicamente en los sectores con mayor margen de mejora, con las que se puede incidir directamente sobre el consumo final de energía térmica y eléctrica.

## Estrategia Estatal de Cambio Climático 2021-2030

Tiene como uno de sus objetivos impulsar la eficiencia, sustentabilidad y transición energética para contribuir a la descarbonización de los sectores prioritarios del estado, y maximizar los co-beneficios a la sociedad poblana.

En la Estrategia 4. Establecer la ruta crítica para alcanzar la descarbonización, eficiencia y sustentabilidad del estado a largo plazo, se establece la línea de acción 2. Desarrollar instrumentos de planeación, políticas públicas y proyectos de energías limpias y eficiencia energética maximizando los co-beneficios al bienestar social.



## 2. Introducción

La preservación del patrimonio histórico es un compromiso con nuestras raíces y legado cultural. Los inmuebles históricos, testimonios vivos de épocas pasadas, son tesoros que merecen ser cuidados y conservados para las generaciones venideras. Sin embargo, la tarea de conservación no puede ser ajena a la urgente necesidad de transitar hacia prácticas energéticas sostenibles. Es aquí donde cobra relevancia la creación de una estrategia que abarque tanto la preservación histórica como la sustentabilidad energética, una sinergia que permita honrar el pasado sin comprometer el futuro.

En la actualidad, la generación de energía se consolida como uno de los sectores más contaminantes debido a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). La eficiencia energética, destaca como un componente importante entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, publicados en la Agenda 2030, específicamente el Objetivo 7: Energía Asequible y no Contaminante. Este objetivo constituye uno de los pilares fundamentales destinados a reducir y mitigar los impactos derivados del cambio climático, alentando la adopción de acciones concretas en todos los sectores. A nivel regional, México no es ajeno a este llamado, y ha emprendido esfuerzos significativos para impulsar políticas públicas y acciones que fomenten la eficiencia energética en diversos ámbitos.

Los inmuebles históricos, por su carácter singular y sus desafíos específicos, cuentan con un gran potencial para la innovación e incorporación de tecnologías orientadas a reducir su consumo energético. Por lo tanto, resulta de suma importancia fomentar la creación y difusión de estudios, guías técnicas y metodologías apropiadas que faciliten la transición hacia prácticas energéticamente eficientes en todos los ámbitos y sectores.



## 2.1 Objetivos del documento

### Objetivo general

Proporcionar conocimientos y herramientas en materia de eficiencia energética, que permita la reducción del consumo de energía en los inmuebles históricos mediante la implementación de acciones pasivas que no comprometan la preservación y conservación de estos.

### Objetivos específicos

- Identificar las características específicas de los inmuebles históricos en términos de uso, estructura, materiales y sistemas, así como sus implicaciones en el consumo energético y la preservación patrimonial.
- Desarrollar un conjunto de directrices técnicas que consideren las características únicas de los edificios históricos, proporcionando soluciones prácticas y sostenibles para reducir el consumo de energía sin comprometer su integridad y valor cultural.
- Diseñar un programa de capacitación que aborde aspectos técnicos y prácticos de la eficiencia energética, dotando a todos los actores involucrados con habilidades y conocimientos para seleccionar, aplicar y gestionar las medidas de manera efectiva.
- Promover la interacción entre profesionales de la conservación patrimonial y expertos en eficiencia energética, incentivando el diálogo y la colaboración entre disciplinas para alcanzar un equilibrio óptimo entre la preservación histórica y la sostenibilidad energética.



## 2.2 Problemática

De acuerdo a la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, los inmuebles Históricos son construidos en los siglos XVI al XIX, destinados a templos y sus anexos; arzobispados, obispados y casas curales; seminarios, conventos o cualesquiera otros dedicados a la administración, divulgación, enseñanza o práctica de un culto religioso; así como a la educación y a la enseñanza, a fines asistenciales o benéficos; al servicio y ornato públicos y al uso de las autoridades civiles y militares. Los muebles que se encuentren o se hayan encontrado en dichos inmuebles y las obras civiles relevantes de carácter privado realizadas de los siglos XVI al XIX inclusive.

Estos inmuebles y estructuras históricas tienden a contar con equipos, luminarias, sistemas y dispositivos que carecen de eficiencia, lo que resulta en un consumo que no se encuentra cuantificado, evaluado ni considerado en los estudios energéticos contemporáneos.

A su vez, presentan deficiencias en el diseño de sistemas e instalaciones eléctricas debido a la dificultad de intervenir en los inmuebles sin comprometer su integridad, lo que impide la transición hacia sistemas más eficientes.

Adicionalmente, los administradores de estos lugares habitualmente carecen de las herramientas y conocimientos necesarios en medidas de eficiencia energética, lo que les dificulta la implementación de cambios hacia sistemas energéticamente sustentables.



La falta de regulación en materia energética para los inmuebles históricos ha conducido a que este sector permanezca desvinculado de las buenas prácticas y avances en eficiencia energética que se han implementado en otras áreas.

Esta disparidad crea una significativa área de oportunidad para implementar estrategias que permitan reducir y optimizar su consumo energético, contribuyendo tanto a la sustentabilidad energética como a la preservación de su valor cultural y arquitectónico.

Cabe destacar que estos inmuebles históricos albergan valiosas obras patrimoniales, muchas de las cuales son foto/termo sensibles, por lo que, para garantizar su conservación a largo plazo, es esencial contar con sistemas de iluminación y refrigeración especializados, diseñados para minimizar cualquier impacto negativo sobre los componentes sensibles.

Sin embargo, debido a la carencia de capacidades técnicas por parte de los administradores de estos inmuebles, estas soluciones no han sido implementadas de manera adecuada.



## 2.3 Regionalización del patrimonio

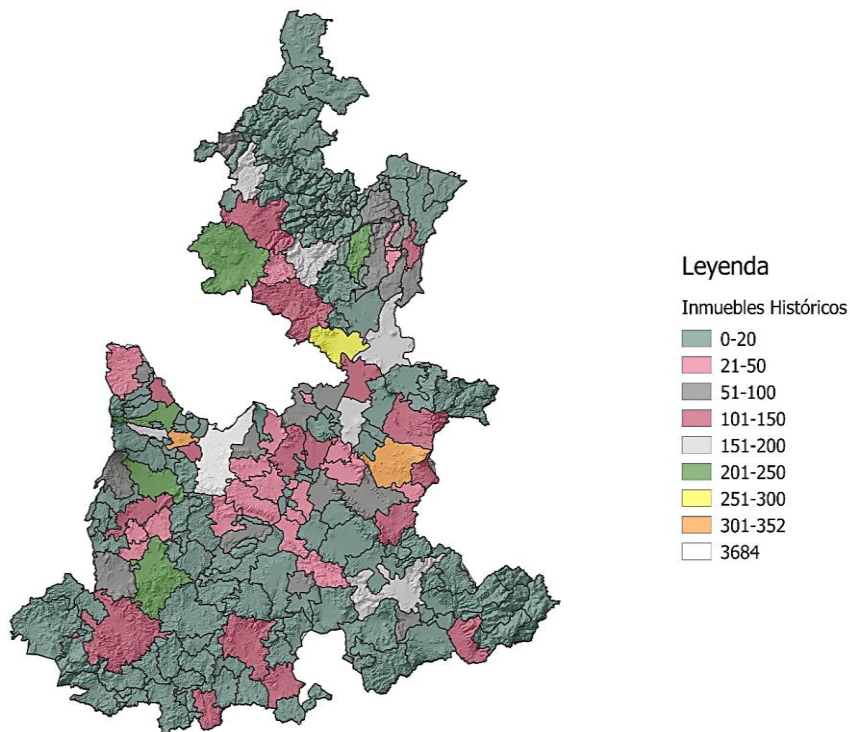


Figura 1 Mapa de la distribución de inmuebles patrimoniales en el estado, elaborado con datos de: Instituto Nacional de Antropología e Historia (2022), Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles-Consulta pública.

El estado de Puebla cuenta con 11,240 inmuebles catalogados como monumentos históricos con diferentes usos (Administrativos, educativos, religiosos, servicios de hoteles y restaurantes, y culturales) de los cuales, como se puede observar en la Figura 1, el municipio de Puebla concentra la cantidad de inmuebles más elevada, contabilizando un total de 3,684 inmuebles con esta denominación, es decir, el 32% del total del estado.

A continuación, en la lista se encuentran el municipio de San Pedro Cholula con 352, Chalchicomula de Sesma con 331, Libres con 256, Atlixco con 245 y Zacapoaxtla con 234.



# 3. Fundamentos de eficiencia energética

## 3.1. Energía en inmuebles históricos

En la Cumbre Mundial de Turismo Sostenible llevada a cabo en noviembre de 2015, se aprobó de forma unánime la Carta Mundial de Turismo Sostenible+20, desarrollada por el Global Sustainable Tourism Council (Global Sustainable Tourism Council, 2015). Esta carta se fundamenta en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y, dentro de sus múltiples enfoques, reconoce que el turismo, entre otros aspectos, debe adoptar tecnologías y enfoques de gestión innovadores y adecuados para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos, tales como el agua, los residuos y la energía. En consonancia con las palabras de la OMT en su informe de 2016, "el turismo no solo contribuye al cambio climático, sino que también se ve afectado por él. Por esta razón, es de interés directo del sector desempeñar un papel destacado en la respuesta global al cambio climático".

La Organización Mundial del Turismo (OMT) en su informe del año 2014, enfatiza que el sector turístico tiene un consumo alto de energía, caracterizado por su ineficiencia, lo que resulta en un uso inadecuado de los recursos naturales. La falta de una adecuada adopción de medidas de eficiencia energética y energías renovables en estas instalaciones conduce a una disminución de la competitividad y sostenibilidad de las empresas de alojamiento.

Además, se resalta que el mayor consumo de energía en este tipo de inmuebles se relaciona primordialmente con sistemas de climatización (refrigeración y calefacción), producción de agua caliente sanitaria e iluminación.



En este contexto, es fundamental analizar detalladamente el consumo energético en estos inmuebles, desglosado por tipos de sistemas, tales como iluminación, calefacción, refrigeración, cómputo y entretenimiento. Cada uno de estos componentes juega un papel crucial en la optimización de la eficiencia energética, y su análisis permitirá comprender los desafíos que enfrentan estos espacios.



Figura 1. Categorización de los sistemas que consumen energía dentro de un inmueble



A continuación, se explican cada uno de estos sistemas y su impacto en el consumo de energía en inmuebles históricos, con el objetivo de promover prácticas más sustentables en el entorno histórico y cultural.

### 3.1.1 Sistemas de iluminación

La iluminación desempeña un papel fundamental en la apreciación y preservación de inmuebles patrimoniales e históricos, como iglesias y museos. Sin embargo, es crucial entender que un mal diseño en estos sistemas puede ocasionar daños a las edificaciones y obras que estas albergan. Al exponerse a la luz UV y al calor que emite la luz artificial durante periodos de tiempo prolongados se pueden presentar alteraciones en las pinturas y materiales.

De acuerdo con los Protocolos para la Conservación y Protección del Patrimonio Cultural, publicados por el INAH, la transición a la iluminación LED es crucial para la conservación de bienes culturales. Las lámparas fluorescentes y la luz infrarroja emiten altos niveles de radiación ultravioleta e infrarroja, respectivamente, que dañan gravemente los materiales orgánicos e inorgánicos. Esta radiación puede romper los enlaces moleculares en materiales como madera, textiles, papel, marfil y colorantes, causando fragilidad, pulverización y decoloración. Además, los materiales orgánicos pierden humedad, agrietan y debilitan, mientras que los inorgánicos, como los metales, se dilatan. La iluminación LED, al emitir mucho menos radiación, ofrece una alternativa más segura y eficaz para preservar estos materiales sensibles. En este sentido, se recomienda que lámparas LED de uso general cumplan con la NOM-030-ENER-2012, Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general y luminarias LED para exteriores la NOM-031-ENER-2019, Eficiencia energética para luminarios con led para iluminación de vialidades y áreas exteriores públicas, esto a través de certificados de conformidad de producto.

Durante los meses de octubre y noviembre del año 2023, se llevó a cabo un censo en el Estado de Puebla con el propósito de evaluar los inmuebles de carácter histórico. Estos edificios están ubicados en municipios caracterizados por una diversidad climática, además cabe destacar que los inmuebles presentan una variedad de materiales de construcción y estados de conservación. Se determinó que de acuerdo al uso que se le dé al inmueble, los sistemas de iluminación se distribuyen como se observa en la Tabla 1.



## 3.1.2 Sistemas de Climatización

La eficiente gestión de la temperatura en inmuebles patrimoniales para su uso como hoteles y restaurantes plantea desafíos específicos en cuanto al confort térmico.

Es importante recordar que estos inmuebles fueron construidos bajo un contexto en el que no existían sistemas artificiales eléctricos de climatización, por lo que, el grosor de los muros, la incorporación de materiales aislantes, como paja y madera, así como el uso de técnicas constructivas ancestrales les otorgaban un confort térmico, sin embargo, fenómenos climáticos, malas gestiones y restauraciones erróneas han provocado un deterioro y disminución en este confort. Es por esto que, los sistemas de climatización se convierten en aliados estratégicos.

De acuerdo con los Protocolos para la Conservación y Protección del Patrimonio Cultural, publicados por el INAH, los materiales empleados en los bienes culturales sufren cambios físicos ante las variaciones de temperatura, y estos cambios se acentúan con factores como la humedad relativa y la luz. Cada material se conserva de manera óptima dentro de un rango de temperatura específico, determinado por los restauradores y conservadores responsables.

Por lo que de manera general se sugiere ajustar el termostato del acondicionador de aire (AC) —también conocido como aire acondicionado— entre los 24 y los 26°C.

Además, prioriza sustituirlos los acondicionadores de aire por equipos con la tecnología inverter, ya que ésta consume menos energía, lo cual generará importantes ahorros económicos. Estos deben de cumplir con NOM-026-ENER-2015, Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido (Inverter) con flujo de refrigerante variable, descarga libre y sin ductos de aire.

Se determinó que de acuerdo al uso que se le dé al inmueble, los sistemas de climatización se distribuyen como se observa en la Tabla 2.



### 3.1.3 Sistemas de cómputo y entretenimiento

En la era digital actual, los inmuebles patrimoniales destinados a funciones administrativas, como oficinas, presidencias municipales, escuelas, bibliotecas, etc. ha dado lugar a un escenario donde los sistemas de cómputo y entretenimiento desempeñan un papel crucial en la funcionalidad y experiencia de los inmuebles patrimoniales e históricos. Las escuelas y oficinas en inmuebles históricos, por ejemplo, enfrentan el desafío de proporcionar un entorno educativo o laboral eficiente sin comprometer la integridad arquitectónica del lugar, aumentando la presión en la eficiencia energética. Por esta razón, la compra y el uso de equipos de cómputo y tecnología relacionada que cuenten con certificaciones internacionales como ENERGY STAR y 80 PLUS aseguran la eficiencia energética del dispositivo.

Para el caso de equipos para la reproducción de imágenes como impresoras, escáneres, copiadoras y multifuncionales se recomiendan equipos que cumplan con la NOM-032-ENER-2013, Límites máximos de potencia eléctrica para equipos y aparatos que demandan energía en espera. En el caso específico de estos sistemas, es fundamental ubicarlos en puntos estratégicos del inmueble, evitando que se puedan calentar por la exposición prolongada al Sol, lo que derivaría en un consumo mayor de energía. Igualmente, se debe procurar que los equipos y sus conexiones se encuentren en buen estado y se les brinde un adecuado mantenimiento, para evitar accidentes como sobrecargas de la red eléctrica o cortocircuitos.

Con datos del censo realizado en octubre y noviembre, se determinó que de acuerdo al uso que se le dé al inmueble, los sistemas de cómputo y entretenimiento se distribuyen de acuerdo con la Tabla 3.



### 3.1.4 Misceláneos

La introducción de sistemas eléctricos en inmuebles históricos presenta un desafío único. Estos edificios, en su mayoría erigidos antes de la revolución tecnológica, no fueron concebidos originalmente para albergar la red de dispositivos electrónicos y electrodomésticos que caracterizan la vida moderna. Por lo tanto, el equilibrio entre la preservación de la autenticidad arquitectónica y la integración de tecnologías contemporáneas se convierte en una tarea delicada. Su correcto uso no solo incide en el confort y la funcionalidad de estos espacios, sino que también tiene un impacto directo en el consumo energético y, por ende, en la sustentabilidad y preservación a largo plazo de estos valiosos patrimonios.

Al utilizar aparatos que cuenten con certificados, sellos y la etiqueta de eficiencia energética mexicana alineados a la implementación de normas NOM-ENER aplicables en territorio nacional, como la NOM-032-ENER-2013, Límites máximos de potencia eléctrica para equipos y aparatos que demandan energía en espera, se reduce significativamente el impacto de estos sistemas al inmueble.

En el caso de hoteles y restaurantes, es crucial realizar revisiones periódicas a los aparatos que consumen grandes cantidades de energía y que son de larga duración, como es el caso de los hornos, lavadoras y secadoras, las cuales en su mayoría tienen más de 20 años siendo utilizados sin haber recibido ningún tipo de mantenimiento.

Con datos del censo realizado en octubre y noviembre, se determinó que de acuerdo al uso que se le dé al inmueble, los aparatos electrodomésticos se distribuyen como se observa en la Tabla 4.



### 3.1.5 Sistemas de fuerza y motores

Los sistemas de fuerza, motores e hidroneumáticos, desde las antiguas maquinarias hasta las modernas bombas de agua, constituyen una parte esencial del consumo energético. Su funcionamiento eficiente no solo asegura la preservación de la estructura misma, sino que también contribuye significativamente a la sustentabilidad y rentabilidad a largo plazo. La mala instalación y dimensionamiento del equipo de bombeo puede causar altos consumos de energía eléctrica, daños a la instalación y a equipos eléctricos, incluso daños estructurales derivados de vibraciones por lo que el tamaño, aplicación, dimensionamiento, eficiencia y ubicación de la bomba es de suma importancia.

Para la adquisición de equipos nuevos se recomiendan compras inteligentes, que cumplan con las normas de regulación existentes como NOM-004-ENER-2014, Eficiencia energética para el conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia de uso doméstico, en potencias de 0,180 kW ( $\frac{1}{4}$  HP) hasta 0,750 kW (1 HP). Es importante mencionar que en el mercado ya existen bombas con sensores inteligentes y otras características significativas que, si bien conllevan un costo de inversión alto, con el paso del tiempo contribuyen a la disminución de los costos de operación. En el caso de sistemas preexistentes se recomienda cuidar que no existan caídas de presión del agua, las cuales pueden ser provocadas por el tamaño, longitud y características de la tubería. Igualmente se recomienda realizar mantenimientos periódicos a las bombas.

Con datos del censo realizado en octubre y noviembre, se determinó que de acuerdo al uso que se le dé al inmueble, los sistemas de fuerza y motores se distribuyen como se observa en la Tabla 5.



Tabla 1 Representación porcentual del sistema de iluminación en los diferentes tipos de inmuebles históricos

Tipo de inmueble	Representación del Sistema de Iluminación
Administrativo	29%
Educativo	42%
Religioso	95%
Servicios	14%
Cultural	54%

Fuente: Elaboración propia con datos del censo octubre-noviembre 2023 realizado por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial

Tabla 2 Representación porcentual del sistema de climatización en los diferentes tipos de inmuebles históricos

Tipo de inmueble	Representación del Sistema de Climatización
Administrativo	11%
Educativo	2%
Religioso	0%
Servicios	9%
Cultural	16%

Fuente: Elaboración propia con datos del censo octubre-noviembre 2023 realizado por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial





Tabla 3 Representación porcentual del sistema de cómputo y entretenimiento en los diferentes tipos de inmuebles históricos

Tipo de inmueble	Representación del Sistema de Cómputo
Administrativo	42%
Educativo	38%
Religioso	1%
Servicios	3%
Cultural	7%

Fuente: Elaboración propia con datos del censo octubre-noviembre 2023 realizado por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial

Tabla 4 Representación porcentual de los aparatos electrodomésticos en los diferentes tipos de inmuebles históricos

Tipo de inmueble	Representación de Aparatos Electrodomésticos
Administrativo	10%
Educativo	12%
Religioso	0%
Servicios	61%
Cultural	18%

Fuente: Elaboración propia con datos del censo octubre-noviembre 2023 realizado por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial



Tabla 5 Representación porcentual del sistema de fuerza y motores en los diferentes tipos de inmuebles históricos

Tipo de inmueble	Representación de Sistemas de Fuerza
Administrativo	8%
Educativo	6%
Religioso	4%
Servicios	13%
Cultural	5%

Fuente: Elaboración propia con datos del censo octubre-noviembre 2023 realizado por la Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial

## 3.2 Eficiencia energética y sus co-beneficios

La Ley de Transición Energética establece que, la eficiencia energética abarca todas las acciones que conlleven a una reducción, económicamente viable, de la cantidad de energía que se requiere para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que demanda la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior.

Por su parte, Fatih Barol, director ejecutivo de la Agencia Internacional de Energía (IEA) considera que “la eficiencia energética sigue representando la forma más limpia y, en la mayoría de los casos, la forma más económica de satisfacer nuestras necesidades energéticas”.



La eficiencia energética abarca medidas y tecnologías que permiten obtener el mismo nivel de producción, rendimiento y confort utilizando menos energía y recursos, lo que resulta en co-beneficios\* tanto económicos como ambientales.

La Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), en conjunto con la Convergencia de la Política Energética y de Cambio Climático (CONECC), publicaron en 2020 un estudio de los co-beneficios de la eficiencia y transición energética en México, abordando tres áreas de interés:

- Ahorro de costos y generación de ingresos en edificios públicos (hospitales y escuelas) con energías renovables y medidas de eficiencia energética.
- Ahorro de costos y generación de ingresos para comunidades locales a través de energías renovables.
- Oportunidades de empleo y desarrollo de capacidades a través de energías renovables.

Dentro del estudio, en el caso de ahorro de costos y generación de ingresos en edificios públicos con medidas de eficiencia energética y energías renovables, se identificaron co-beneficios como el ahorro de energía eléctrica, disminución de costos y potencial de mitigación.

En este sentido, introducir medidas de eficiencia energética en los inmuebles históricos, tendría beneficios similares.

De acuerdo con diversas investigaciones, (Arumägi y Kalamees, 2014), (Woroniak & Piotrowska-Woroniak, 2014), (Balocco y Calzolari, 2008), (Ward y Choudhary, 2014) se demuestra que existen reducciones significativas en el consumo de energía y costos operativos mediante renovaciones, mejoras en sistemas HVAC, iluminación natural y modernización de sistemas de calefacción.

\*El término 'co-beneficio' se refiere al cumplimiento simultáneo de varios intereses u objetivos resultantes de una intervención de política pública, una inversión del sector privado o una combinación de ambas. (Helgenberger, S., Jänicke, M. & Gürtler, K., 2019).



Así mismo, existen ejemplos (Tiwari et al., 1995), (Bencs et al., 2007), (Sauchelli et al., 2014) que destacan cómo la implementación de soluciones de confort térmico y conservación en edificios históricos contribuye a la preservación del patrimonio mientras reduce la demanda energética y el impacto ambiental.

Además, Ben y Steemers, en su estudio realizado en el Reino Unido demuestran que la educación ambiental en el uso eficiente de la energía por parte de los ocupantes genera un mayor ahorro de energía y destaca la importancia de la conciencia ambiental en la reducción del consumo energético (Ben y Steemers, 2014).

La búsqueda de soluciones energéticas que puedan implementarse en espacios patrimoniales no solo mejora la conservación, sino que también promueve avances tecnológicos, por ejemplo el proyecto RENERPATH y el proyecto 3ENCULT establecieron una metodología de rehabilitación energética basada en la conjunción de técnicas novedosas y no intrusivas para el análisis energético, aplicables a edificios patrimoniales de uso público y privado, desarrollando soluciones que son aplicables a la mayoría del patrimonio histórico europeo en áreas urbanas (3ENCULT Project, 2014), (Junta de Castilla y León (2021).

Igualmente, la integración de estándares sostenibles en la industria turística, como se evidencia en el estudio de Román y Font, respaldado a su vez por la Carta Mundial de Turismo Sostenible, impulsa la competitividad de destinos al ofrecer productos y servicios más sostenibles, alineados con la demanda del mercado. (Román, Beatriz, & Font, Xavier. (2014). Por lo tanto, los co-beneficios de implementar medidas de eficiencia energética en este tipo de inmuebles abarca no sólo el sector ambiental, si no que impacta el sector social y económico.

En la figura 2, se sintetizan los co-beneficios de implementar las medidas de eficiencia energética en inmuebles históricos.



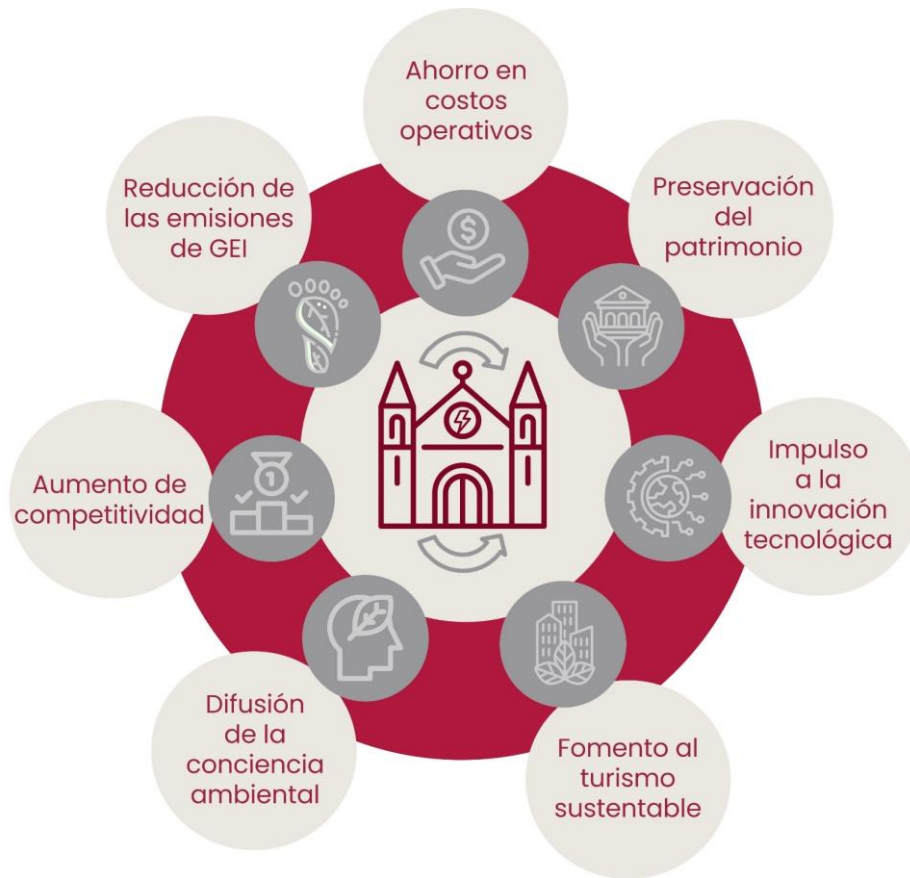


Figura 2 Co-beneficios estimados de implementar medidas de eficiencia energética



## 4. Diagnóstico Energético

El diagnóstico energético representa el punto de partida en la elaboración de una estrategia integral de eficiencia energética en inmuebles, ya que es una herramienta que proporciona una visión general del estado energético de un inmueble, así como de sus patrones de consumo de energía en términos de áreas, sectores y sistemas específicos. Este enfoque detallado permite llevar a cabo un análisis del comportamiento energético del inmueble, lo que, a su vez, simplifica la identificación de las áreas que presentan un mayor potencial de mejora y optimización.

### 4.2 Metodología del diagnóstico energético

Un diagnóstico energético es un proceso integral que involucra análisis, mediciones y evaluaciones detalladas de los principales equipos, sistemas y procesos que consumen energía en un inmueble. El objetivo principal es identificar la situación actual de los equipos así como los hábitos de consumo energético que permitan encontrar áreas de oportunidad para mejorar, modernizar y lograr ahorros energéticos mediante la implementación de acciones de eficiencia energética.

Un diagnóstico energético proporciona una visión completa de cómo se utiliza la energía en un inmueble, ofreciendo un punto de partida para la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas que conduzcan a una gestión más eficiente y sustentable de la energía.

Dentro del ámbito de los inmuebles históricos, es esencial considerar factores adicionales más allá del uso energético. Esto implica comprender el edificio que se pretende optimizar de manera integral, manteniendo su integridad histórica intacta y respetando las normativas establecidas por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).



Con el propósito de abordar este desafío de manera efectiva, se sugiere la aplicación de la siguiente metodología (Figura 3), la cual ha sido adaptada para incluir recomendaciones específicas destinadas a este tipo de inmuebles.



*Figura 3 Metodología de un diagnóstico energético*

Esta metodología tiene como objetivo lograr un equilibrio entre la eficiencia energética y la preservación de la integridad histórica, empleando herramientas no invasivas y teniendo en cuenta el contexto único de los inmuebles históricos. A continuación, se presenta un desglose detallado de los pasos a seguir.



## 4.1.1 Datos generales del inmueble

### Análisis del Recibo de luz

Con el análisis del recibo de luz se pueden identificar el tipo de tarifa, el factor de potencia y las penalizaciones. Además, se puede comparar si el consumo en el recibo de luz es similar al consumo obtenido mediante el censo de cargas.


Los datos importantes a tener en cuenta dentro del recibo de luz son los siguientes:

- **Tarifa**

En México, se aplican tarifas eléctricas segmentadas en tres categorías principales: hogar, negocio e industria o media tensión. El costo de estas tarifas varía según el segmento y la región geográfica. En el caso del sector industrial, que tiene una demanda y consumo de electricidad significativamente más altos en comparación con una casa o un pequeño negocio, se requiere energía en media tensión. Las tarifas eléctricas para el sector industrial se dividen en dos principales categorías: Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria (GDMTO) y Gran Demanda en Media Tensión Horaria (GDMTH).

Esta segmentación responde a las necesidades específicas y el patrón de consumo de energía de las industrias o grandes consumidores, proporcionando opciones que se ajustan mejor a sus requerimientos energéticos y operativos.

Es importante conocer la tarifa porque de ella dependen los costos de la energía que se consume.

		<small>CFE Administrador de Servicios Básicos Río Rodano No. 14, colonia Cuauhtémoc, Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500, Ciudad de México. RFC: C55190330CP7</small>	
<b>NOMBRE DE USUARIO</b>		<b>TOTAL A PAGAR:</b>	
COLONIA		<b>\$XXXXXX</b>	
MUNICIPIO, ESTADO		(XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX)	
<b>NO. DE SERVICIO:</b> xxxxxxxxxxxxxx		<b>PERIODO FACTURADO:</b> xx/xx-xx/xx	
<b>RMU:</b> xxxxx-xx-xx-xx-XXXX-xxxxxx xxx CFE			
<b>TARIFA:</b> xxxxx	<b>NO. MEDIDOR:</b> xxXXxx	<b>MULTIPLICADOR:</b> xxx	<b>FECHA LÍMITE DE PAGO:</b> xx/xx/xx
<b>CARGA CONECTADA kW:</b> xx	<b>DEMANDA CONTRATADA kW:</b> xx	<b>CORTE A PARTIR DE:</b> xx/xx/xx	





- Factor de potencia

El factor de potencia es un parámetro crucial que ayuda a medir la eficiencia energética de un sistema, indicando la proporción de energía que se convierte efectivamente en trabajo útil. En la actualidad, es obligatorio cumplir con un valor mínimo establecido por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el cual es del 90%. Al cumplir con este requisito, se obtienen beneficios para el usuario; sin embargo, si el factor de potencia es inferior al mínimo requerido, se aplicarán penalizaciones correspondientes.

Concepto	Consumo		Precio (MXN)	Subtotal (MXN)
	Medida	Estimada		
kWh base			xxxx	
kWh intermedia			xxxx	
kWh punta			xx	
kW base			xx	
kW intermedia			xx	
kW punta			xx	
kWMax			xx	
KVArh			xxxx	
<b>Factor de potencia %</b>			xx	

Es importante mantener un factor de potencia óptimo para maximizar la eficiencia y evitar costos adicionales por penalizaciones.

Las bonificaciones o penalizaciones vienen indicadas en el desglose del importe a pagar:

Desglose del importe a pagar	
Concepto	Importe (MXN)
Cargo Fijo(%)	xx
Energía	xx
2% Baja Tensión(%)	xx
<b>Bonificación Factor de Potencia(%)</b>	<b>xx</b>
Subtotal	xx
IVA 16%	xx
Fac. del Periodo	xx
Derecho de Alumbrado Público (%) 0.00%	xxxx
Adeudo Anterior	xx
Su Pago	xx
<b>Total</b>	<b>\$xxxx</b>



- **Consumo energético kWh**

El consumo energético representa la cantidad total de energía que ha sido registrada y facturada. En la parte posterior del recibo de luz, se proporciona información sobre el consumo energético histórico, lo que permite observar el comportamiento del sistema energético a lo largo de los últimos 11 periodos. Este histórico de consumo es una herramienta invaluable para comprender los patrones de consumo y tomar decisiones informadas sobre la gestión y optimización del uso de energía.

Periodo	Demanda kW	Consumo total kWh	Factor potencia %	Factor carga %	Precio medio (MXN)
ENE 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
FEB 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
MAR 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
ABR 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
MAY 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
JUN 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
JUL 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
AGO 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
SEP 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
OCT 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
NOV 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
DIC 23	XX	XXXX	XX	XX	XX
ENE 24	XX	XXXX	XX	XX	XX



## Características del inmueble

- Recopilar información detallada sobre la historia y construcción del inmueble:
  - Investigar la historia del inmueble, incluyendo fechas clave de construcción, eventos relevantes y posibles modificaciones a lo largo del tiempo.
  - Identificar elementos arquitectónicos distintivos y materiales históricos utilizados en la construcción.
- Identificar los m<sup>2</sup> de construcción, clasificación del inmueble y su estado de conservación:
  - Medir y documentar la superficie total construida del inmueble.
  - Determinar la clasificación del inmueble, considerando su función original y posibles cambios de uso a lo largo del tiempo.
  - Evaluar y registrar el estado de conservación del edificio, identificando áreas que puedan requerir atención especial.
- Obtener planos, especificaciones técnicas y documentos relevantes:
  - Recopilar planos arquitectónicos que proporcionen una representación detallada de la distribución espacial del inmueble.
  - Obtener especificaciones técnicas relacionadas con la construcción y los sistemas presentes en el edificio.

Tabla 6 Datos generales

Datos generales					
Nombre del inmueble					
Clasificación del inmueble	Administrativo ( )	Educativo ( )	Religioso ( )	Servicios ( )	Cultural ( )
Ubicación					
Año de construcción			Área de construcción m <sup>2</sup>		
Estado de conservación	Excelente ( )	Bueno ( )	Regular ( )	Malo ( )	



## 4.1.2 Censo de Cargas y Mediciones

### Inventario de Equipos y Sistemas

- Realizar una inspección detallada de todas las áreas del inmueble para identificar equipos y sistemas que consumen energía.
- Enumerar y describir cada equipo, clasificándolos por sistemas: Iluminación, electrodomésticos, bombas de agua, aire acondicionado, etc.
- Registrar información relevante, como el voltaje, corriente o la potencia nominal y horas de uso.

### Identificar el Consumo Energético

- Determinar la carga instalada utilizando el número de equipos, su potencia nominal y las horas de uso.

La fórmula para calcular la **potencia** depende del voltaje y la corriente de los equipos, y es la siguiente:

$$Potencia [w] = (Voltaje [v]) (Corriente [A])$$

La **carga instalada** corresponde a la suma de cada una de las potencias de los equipos que se encuentran en los inmuebles.

$$Carga instalada [w] = Potencia 1 + Potencia 2 + \dots + Potencia n$$

- Calcular el consumo energético mensual o por año a partir de conocer la carga instalada.

$$Consumo energético [kWh] = \frac{(Carga instalada [w])(Horas de operación [h])}{1000}$$

El consumo energético está en función del tiempo, por lo que se debe definir si las horas de operación que se van a tomar en cuenta serán por día, semana, mes o año.



Se pueden consultar las Tablas 7, 8, 9, 10 y 11 para realizar los censos de carga.

Tabla 7 Sistemas de iluminación

<b>Sistemas de iluminación</b>			
Tipo de tecnología		Cantidad de Luminarios	
Potencia (W)		Horas de operación	
Carga Instalada (W)		Consumo energético (KWh/año)	
Zona		Área	

Tabla 8 Sistemas de Cómputo y Electrónicos

<b>Sistemas de cómputo y electrónicos</b>			
Descripción del sistema instalado		Carga Instalada (W)	
Potencia (W)		Horas de operación	
Cantidad de equipos		Consumo en KWh/año	



Tabla 9 Equipos Electrodomésticos

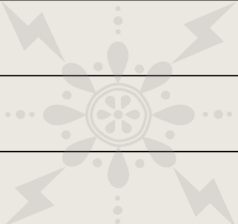
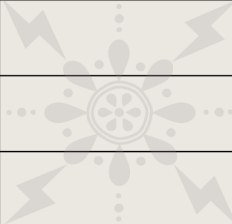












<b>Equipos electrodomésticos</b>			
Descripción del equipo instalado		Carga Instalada (W)	
Potencia (W)		Horas de operación	
Cantidad de equipos		Consumo en KWh/año	

Tabla 10 Sistemas de fuerza

<b>Sistemas de fuerza</b>			
Descripción del sistema instalado		Demanda (kW)	
Potencia mecánica (W)		Horas de operación	
Capacidad (Hp)		Consumo en KWh/año	



Tabla 11 Sistemas de climatización

<b>Sistemas de climatización</b>			
Descripción del sistema instalado		Potencia (kW)	
Modelo		Horas de operación	
Potencia de refrigeración (BTU/HR)		Consumo en KWh/año	
Zona		Área	



## Mediciones

- Uso de Tecnologías No Invasivas
  - Termografía o termómetro Infrarrojo:
    - Emplear cámaras termográficas para identificar la temperatura en las diferentes áreas del inmueble y equipos de climatización y acondicionamiento de aire, cableado eléctrico, subestaciones eléctricas y transformadores, entre otros.
    - Identificar posibles problemas, como pérdidas de calor, infiltraciones o puntos de calor anormales en sistemas eléctricos.
  - Luxómetro
  - Sensores de Humedad:
    - Utilizar sensores de humedad para medir niveles de humedad en paredes, techos y suelos.
    - Identificar zonas propensas a la acumulación de humedad, lo cual puede ser indicativo de posibles problemas de filtración o condensación.
- Inspecciones Visuales Cuidadas
  - Realizar inspecciones visuales exhaustivas de todas las áreas del inmueble, tanto internas como externas.
  - Prestar especial atención a elementos arquitectónicos, como ventanas, puertas, muros y techos, en busca de signos de desgaste, deterioro o daños estructurales.
- Documentación Fotográfica:
  - Capturar fotografías detalladas de áreas críticas para documentar visualmente el estado actual del inmueble.
  - Utilizar imágenes para comparar el estado actual con registros históricos o para realizar un seguimiento de posibles cambios en el tiempo.





- Registro de Observaciones:
  - Mantener un registro detallado de las observaciones realizadas durante las inspecciones visuales y el uso de tecnologías no invasivas.
  - Registrar cualquier anomalía, daño aparente o condición que requiera atención.

### 4.1.3 Recopilación de datos

- Estandarización de Datos:
  - Unificar las estructuras de datos recopiladas durante el censo de carga y la inspección visual para asegurar consistencia.
  - Normalizar unidades de medida y formatos para facilitar la comparación y análisis.
- Identificación de Correlaciones:
  - Identificar correlaciones entre los datos recopilados en el censo de carga (equipos, consumos, fuentes de energía) y las observaciones visuales (condiciones estructurales, áreas de posible deterioro).
  - Establecer relaciones que puedan ofrecer perspectivas adicionales sobre la relación entre el consumo de energía y el estado físico del inmueble.
- Creación de Relaciones en la Base de Datos:
  - Establecer relaciones lógicas entre las tablas que contienen datos de censo de carga e inspección visual.
  - Garantizar que la base de datos permita la consulta eficiente de información relacionada, facilitando así el análisis integral.



### 3.1.4 Selección y cálculo de indicadores

Los indicadores de eficiencia energética constituyen una herramienta fundamental que facilita el análisis de la relación entre la actividad económica y humana, el consumo energético y las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que dicha actividad genera. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2014) los principales puntos de acción serían:

- Proporcionar información valiosa sobre áreas con potencial de ahorro energético, permitiendo identificar puntos de mejora y eficiencia en el uso de recursos.
- Ofrecer una perspectiva histórica al suministrar datos sobre tendencias pasadas en el consumo de energía, lo que contribuye a comprender los cambios en los patrones de uso energético.
- Modelar y proyectar la demanda energética en el futuro, permitiendo anticipar y planificar de manera más precisa las necesidades energéticas y los posibles impactos.

Los indicadores desempeñan un papel crucial en la evaluación y mejora de la eficiencia energética en diferentes contextos, contribuyendo a la toma de decisiones informadas y al fomento de prácticas más sostenibles en el uso de la energía.

Para llevar a cabo la Selección y Cálculo de Indicadores adaptados a inmuebles históricos, con el objetivo de evaluar la eficiencia energética sin comprometer la autenticidad arquitectónica, se debe establecer un periodo de referencia de consumos que refleje fielmente las condiciones reales de uso de la energía en el inmueble.

Este periodo de referencia, denominado **línea base**, debe proporcionar información precisa sobre el consumo energético y ser representativo de las prácticas habituales de la organización.

Servirá como punto de comparación para evaluar el desempeño energético futuro, es decir, cómo se comportaría el consumo energético si no se implementaran medidas de mejora.



En esencia, la línea base se convierte en la referencia para prever el consumo energético futuro. El objetivo es contrastar lo que se espera consumir (proyección o consumo esperado) con el consumo real para identificar oportunidades de ahorro.

## Selección de Indicadores

### Consumo Energético por Área:

- Calcular el consumo total de energía dividido por la superficie de construcción del inmueble.
- Esto proporciona una medida de eficiencia que considera el tamaño del edificio y su capacidad para optimizar el uso de energía sin afectar la autenticidad arquitectónica.
- Se representa de la siguiente manera: kWh-año/m<sup>2</sup>

### Consumo Energético por Sistema:

- Desglosar el consumo energético por cada sistema relevante (climatización, iluminación, etc.).
- Esto permite identificar áreas específicas que pueden requerir ajustes para mejorar la eficiencia sin comprometer la autenticidad.
- Se representa mediante: kWh-año.



## Cálculo de Índices

### Índice de Consumo Energético por Área:

Se representa mediante la ecuación:

$$\text{Consumo energético por área} = \frac{\text{Consumo Total de Energía [kWh - año]}}{\text{Área del inmueble [m}^2\text{]}}$$

Este indicador mide la eficiencia energética en relación con la superficie de un espacio. Es de gran utilidad para evaluar la eficiencia en edificaciones y permite comparar el consumo de energía en diferentes tipos de inmuebles.

### Índice de Consumo Energético por Sistema:

Se representa mediante la ecuación:

$$\text{Consumo energético por sistema} = \sum \text{Consumo energético de equipo}$$

Igualmente, se puede determinar de forma porcentual en relación al consumo total del inmueble:

$$\% \text{ Consumo energético por sistema} = \frac{\text{Consumo energético por sistema [kWh - año]}}{\text{Consumo Total de Energía [kWh - año]}} \times 100\%$$

Este indicador cuantifica la capacidad de generación de energía instalada en un sector o sistema específico, como los sistemas de iluminación, cómputo, etc. Es importante para evaluar la infraestructura energética de un sistema en particular y encontrar áreas de oportunidad.

Es útil para realizar la relación con el consumo energético total del inmueble, lo que permite identificar en qué sistema se concentra el mayor consumo.



### 3.1.5 Análisis de resultados

Se requiere una comprensión detallada de la eficiencia de los sistemas actuales y la identificación de áreas específicas que requieren atención, por lo que, para llevar a cabo el Análisis de Resultados, se proponen los siguientes puntos clave:

- Evaluación de la Eficiencia de los Sistemas Actuales:
  - Realizar un análisis detallado de cada sistema energético presente en el inmueble.
  - Identificar aquellos sistemas que puedan estar operando de manera ineficiente o que presenten oportunidades significativas para mejoras en términos de eficiencia energética.
- Análisis de Patrones de Consumo:
  - Examinar los patrones de consumo a lo largo del tiempo, considerando variaciones estacionales y eventos específicos.
  - Identificar y analizar picos de consumo que podrían indicar condiciones operativas anómalas o áreas con potencial para optimización.
- Herramientas de Análisis de Datos:
  - Aplicar herramientas de análisis de datos para explorar patrones y tendencias en la información integrada.
  - Utilizar gráficos, tablas y visualizaciones para facilitar la interpretación de los datos y destacar áreas de interés.
- Consulta con Expertos:
  - Una vez identificadas las áreas con mayor consumo o aquellas que presentan oportunidades de mejora, considerar la consulta con expertos en conservación.
  - Obtener recomendaciones adicionales sobre cómo mejorar la eficiencia energética sin comprometer la integridad histórica del inmueble.
  - Valorar la viabilidad técnica y económica de las sugerencias de los expertos.



### 3.1.6 Identificación de área de oportunidad

Es necesario utilizar un enfoque integral para mejorar la eficiencia energética mientras se preserva la autenticidad histórica del inmueble, asegurando que las soluciones propuestas sean sustentables y respetuosas con el contexto histórico y cultural.

- Sensibilización y Participación Comunitaria:
  - Involucrar a la comunidad local y a las partes interesadas en el proceso de mejora.
  
- Categorización de Consumos:
  - Determinar cuáles son los sistemas que consumen más energía dentro del inmueble y realizar estimaciones de consumo utilizando sistemas o aparatos más eficientes, que permitan evaluar si la implementación de nuevos sistemas es viable.
  - Considerar tecnologías modernas y prácticas que se integren armoniosamente con el carácter histórico del inmueble.
  - Priorizar soluciones que respeten y preserven los elementos arquitectónicos y materiales históricos.
  
- Integración de Tecnologías Sustentables:
  - Identificar tecnologías sustentables que puedan ser integradas de manera efectiva.
  - Considerar opciones como iluminación eficiente, gestión inteligente de la climatización, sistemas de energía renovable, entre otras.
  - No utilizar tecnologías invasivas o que requieran de modificaciones estructurales al inmueble.



- Consulta con Expertos en Conservación:
  - Asegurarse de que las propuestas de mejora sean coherentes con las normativas y lineamientos establecidos por el INAH u otras autoridades relevantes.
  
- Planificación Integral:
  - Desarrollar un plan integral que aborde las áreas de oportunidad identificadas.
  - Establecer un cronograma de implementación que permita llevar a cabo las mejoras de manera secuencial y planificada.
  - Elaborar un análisis económico de las medidas propuestas para determinar viabilidad.



## 5. Medidas de eficiencia energética y buenas prácticas

La exploración más profunda de la historia energética de los edificios no sólo revela sus episodios pasados, sino que también proporciona lecciones valiosas para la planificación de su futuro en términos energéticos. Este enfoque va más allá de la simple observación de las estructuras arquitectónicas; implica sumergirse en la narrativa que describe la evolución y adaptación de estos edificios como elementos fundamentales de las infraestructuras energéticas contemporáneas.

En esencia, se destaca la necesidad de "aprender" de los propios edificios. Este proceso implica alejarse de la concepción de soluciones tecnológicas impuestas centralizadamente y, en cambio, abogar por una atención especial al potencial intrínseco que ofrecen las características arquitectónicas históricas. La adaptación y reutilización creativa emergen como elementos cruciales en esta perspectiva, reconociendo que la preservación del patrimonio no está en conflicto con la eficiencia energética.

A continuación, se presentan recomendaciones de medidas y acciones de eficiencia energética, así como sugerencias enfocadas a buenas prácticas diseñadas para inmuebles históricos. Siguiendo el modelo del documento "Consejos para Ahorrar Energía en el Hogar" publicado por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y la Guía de eficiencia energética en el diseño, construcción y operación de hoteles en climas cálidos, elaborada por la SEMARNAT cada recomendación incluye una indicación del nivel de inversión necesario para su implementación, así como el nivel de ahorro de energía que se puede esperar al llevar a cabo la actividad.

Se estima que, con estas medidas, en su mayoría de nulo o bajo costo, se puede lograr un ahorro significativo, desde un 10% hasta un 60% en el consumo total del inmueble.





A continuación, se presentan recomendaciones de medidas y acciones de eficiencia energética, así como sugerencias enfocadas a buenas prácticas diseñadas para inmuebles históricos. Siguiendo el modelo del documento “Consejos para Ahorrar Energía en el Hogar” publicado por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y la Guía de eficiencia energética en el diseño, construcción y operación de hoteles en climas cálidos, elaborada por la SEMARNAT cada recomendación incluye una indicación del nivel de inversión necesario para su implementación, así como el nivel de ahorro de energía que se puede esperar al llevar a cabo la actividad.

Se estima que, con estas medidas, en su mayoría de nulo o bajo costo, se puede lograr un ahorro significativo, desde un 10% hasta un 60% en el consumo total del inmueble.

Entre los beneficios del ahorro de energía se encuentra la creación de un entorno más habitable y respetuoso con el medio ambiente. Además, disminuye la facturación energética, permitiendo a los administradores destinar recursos adicionales para satisfacer otras necesidades, como el mantenimiento y trabajos de restauración del inmueble.



## 5.1 Sistemas de Iluminación

### Aprovechamiento de la Luz Natural

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	★ ★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	⚡ ⚡

Mantener las luces apagadas en áreas donde la luz natural sea suficiente.

Aprovechar la iluminación natural no solo reduce el consumo de energía, incluso en algunos casos contribuye a la conservación de bienes dentro del inmueble, al exponerlos en menor cantidad a la radiación de la luz artificial.

### Mantenimiento y limpieza

<b>Costo</b>	Bajo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	★ ★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	⚡ ⚡

Limpiar regularmente las ventanas, domos y tragaluces para maximizar la entrada de luz natural en el inmueble. Superficies limpias permiten una mejor penetración de la luz, reduciendo así la necesidad de iluminación artificial, además de que se disminuye el deterioro de los cristales o vitrales.

Es importante resaltar que no deben utilizarse materiales corrosivos para realizar la limpieza.



## Transición a LED

<b>Costo</b>	Intermedio a alto	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio a Alto	

\*La cantidad de energía ahorrada dependerá de la antigüedad del sistema actual y de las tarifas de electricidad a las que estén sujetos.

Realizar o programar el cambio de tecnología de iluminación por lámparas LED. Este tipo de tecnología, es más eficiente energéticamente (Usan un 85 % menos de energía que las incandescentes y hasta un 50 % menos que las Lámparas Fluorescentes) y tiene una vida útil más larga (Tienen una duración promedio que es 50 veces mayor que la de las lámparas incandescentes y 10 veces mayor que la de las lámparas fluorescentes) proporcionando una solución sustentable y duradera.

Además, la tecnología LED transforma casi el 90% de la energía en luz y únicamente el 10% en calor, lo que representa un daño mínimo para los bienes artísticos que se encuentren cerca de las luminarias.

Finalmente, este tipo de tecnología permite tener temperaturas de color personalizables, lo que permite ajustar la iluminación para adaptarse a diferentes obras de arte o exposiciones y evita emisiones de radiación ultravioleta e infrarroja que podrían dañar materiales sensibles a la luz con el tiempo.

Para inmuebles históricos utilizados como:

- Iglesias, templos y espacios que fomenten la reflexión se recomienda el uso de luz cálida (2700-3000K).
- Museos, galerías y casa de cultura, se sugiere el uso de luz neutra (3500-4000K).
- Bibliotecas, escuelas y oficinas, se aconseja el uso de luz fría (5000-6000K).



## Sensores de Movimiento

<b>Costo</b>	Intermedio	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	

Utilizar sensores de movimiento no invasivos en pasillos y patios.

Estos sensores aseguran que las luces solo estén encendidas cuando sea necesario, evitando el desperdicio de energía en áreas poco transitadas.

Además, al ser no invasivos sustituyen el atornillado por otro método de instalación, como el uso de ganchos para pared o cinta, por lo que no representan una amenaza para el patrimonio histórico.

## Limpiar los difusores de las lámparas

<b>Costo</b>	Bajo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	

El polvo que se acumula en estas superficies puede disminuir significativamente la intensidad de la luz emitida, lo que resulta en un consumo innecesario de energía.

Por lo tanto, se recomienda limpiar estas partes de las lámparas de forma periódica, al menos dos veces al año.

Esta práctica no solo garantiza un mejor rendimiento lumínico, sino que también contribuye a reducir el consumo de energía y prolonga la vida útil de las bombillas, favoreciendo así la eficiencia energética en el uso de la iluminación.





## Controles de Atenuación

<b>Costo</b>	Intermedio	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	★★
<b>Ahorro energético</b>	Bajo	

Instalar controles de atenuación para tener la capacidad de ajustar la intensidad y el brillo de la iluminación.

Esto no solo permite crear efectos de iluminación variados, sino que también reduce el deslumbramiento en superficies reflectantes, contribuyendo a la conservación del patrimonio artístico y aumentando el confort del usuario.

## Educación y Concientización

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	★★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	

Se sugiere instalar carteles en lugares estratégicos que fomenten en el usuario la conciencia sobre la importancia de apagar las luces cuando no sean necesarias, así como impartir periódicamente capacitaciones en materia del uso responsable de la energía.

La educación sobre prácticas de iluminación sustentable es esencial para maximizar el ahorro de energía en inmuebles históricos al albergar diferentes visitantes cada día.



## 5.2 Sistemas de climatización y ventilación

### Apagar en Áreas Desocupadas

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	⚡⚡

Mantener apagados los acondicionadores de aire y ventiladores en áreas desocupadas.

Esta práctica simple evita el consumo innecesario de energía en zonas que no requieren climatización.

### Refrescar Naturalmente

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	⚡⚡

Antes de recurrir a dispositivos de climatización, se sugiere refrescar naturalmente el espacio abriendo ventanas y puertas.

Aprovechar la ventilación natural para mantener un ambiente cómodo y fresco.

### Seleccionar equipos eficientes

<b>Costo</b>	Alto	  
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Alto	⚡⚡⚡

La elección de sistemas de aire acondicionado con certificación de eficiencia energética asegura un funcionamiento más óptimo y menos demandante de recursos energéticos.

A largo plazo, esta inversión se traducirá en una reducción considerable de los costos de energía, al tiempo que se minimiza el impacto ambiental y se preserva el patrimonio arquitectónico del edificio histórico.

Se recomienda que sean equipos que cumplan con la NOM-011-ENER-2006.



## Aprovechar las Horas Frescas

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	★ ★
<b>Ahorro energético</b>	Bajo	

Programar el uso de acondicionadores de aire y ventiladores durante las horas menos frescas del día. Esto maximiza la eficiencia y reduce la necesidad de climatización durante las horas pico de consumo energético, o durante horas donde no es necesario refrescar artificialmente los espacios.

Se recomienda respetar la temperatura de confort para el ser humano, la cual se ha determinado en 23° C.

Sin embargo, en caso de contar con superficies, artefactos o bienes que se encuentren en los inmuebles y que deban estar siempre bajo temperaturas estándar para su protección, se debe respetar las condiciones determinadas por los expertos en conservación.

## Mantenimiento Regular

<b>Costo</b>	Intermedio	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	★ ★
<b>Ahorro energético</b>	Bajo	

Realizar un mantenimiento regular de los sistemas de climatización y ventilación para asegurar su eficiencia.

Filtros limpios y equipos en buen estado funcionan de manera más eficiente y consumen menos energía.

## Educación sobre el Uso Eficiente

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	

Se sugiere instalar carteles en lugares estratégicos que fomenten en el usuario la conciencia sobre la importancia de no utilizar climatización cuando no sea necesaria, así como impartir periódicamente capacitaciones en materia del uso responsable de la energía.



## 5.3 Misceláneos

### Inversión en Eficiencia

<b>Costo</b>	Intermedio a Alto	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio a Alto	

\*La cantidad de energía ahorrada dependerá de la antigüedad de los equipos actuales y de las tarifas de electricidad a las que estén sujetos.

Reemplazar los electrodomésticos existentes con modelos de mayor eficiencia energética. Esta inversión no solo contribuirá a la preservación del inmueble histórico, sino que también resultará en una reducción considerable de la factura de energía en los años venideros.

En el caso del uso de estufas y hornos, se sugiere considerar la opción de utilizar estufas con hornillas de inducción. Estas hornillas consumen menos energía en comparación con las de gas o vitrocerámica.

Al seleccionar nuevos electrodomésticos, es esencial asegurarse de que cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética.

También es importante integrar equipos que cuenten con sellos reconocidos nacionalmente como el sello FIDE, o internacionalmente, como Energy Star.





## Ubicación Estratégica

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Bajo	⚡

Colocar los electrodomésticos de manera estratégica en el inmueble. Por ejemplo, se debe situar el refrigerador en un lugar fresco y evitar exponerlo a la luz solar directa o al calor de la estufa u horno.

Además, es importante mantener un espacio de al menos 10 centímetros entre los electrodomésticos y las paredes para permitir una adecuada ventilación.

En general, se debe cuidar que los aparatos no estén expuestos a luz solar o al calor, debido a que la constante exposición a estos puede llegar a incrementar la energía utilizada para su funcionamiento al sobre calentar motores o circuitos.

## Desconexión y conciencia

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	⚡⚡

Desconectar los aparatos misceláneos que no estén en uso. Algunos dispositivos continúan consumiendo electricidad incluso cuando están apagados, contribuyendo al gasto innecesario de energía.

Esta práctica sencilla puede generar ahorros significativos a lo largo del tiempo.

## Educación sobre el Uso Eficiente

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	⚡⚡

Se sugiere instalar carteles en lugares estratégicos que fomenten en el usuario la conciencia sobre el uso eficiente de los misceláneos, así como impartir periódicamente capacitaciones en materia del uso responsable de la energía.



## 5.4 Equipos de cómputo y electrónicos

### Desconexión y conciencia

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	

Desconectar los aparatos electrónicos cuando no estén en uso. Incluso en modo de espera, muchos dispositivos consumen energía.

Si se cuenta con reguladores de voltaje o multicontactos, igualmente deben apagarse o desconectarse cuando no estés utilizando los equipos.

Una desconexión total es clave para minimizar el consumo innecesario

### Gestión Eficiente de Impresoras

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Bajo	

Dado que las impresoras son equipos de alto consumo, es imprescindible imprimir solo lo necesario. Esto no solo ahorra energía sino también recursos como papel y consumibles, contribuyendo a la disminución de residuos.

### Activar el Modo de Ahorro de Energía

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Bajo	

En la mayoría de los dispositivos electrónicos, como televisores, laptops y PC activa la opción de ahorro de energía en la configuración. Se sugiere desactivar funciones innecesarias que consumen energía, como notificaciones constantes o actualizaciones automáticas.

Así mismo, configurar el brillo automático en pantallas para ajustar automáticamente la intensidad de la luz según el entorno y el horario.

Esto no solo mejora la experiencia visual, sino que también ahorra energía.



## Gestión Inteligente de Cables

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Bajo	

Mantener los cables de los dispositivos electrónicos de manera ordenada.

El cableado enredado puede generar calor adicional, afectando la eficiencia energética y la vida útil de los equipos.

## Ubicación Estratégica

<b>Costo</b>	Nulo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Bajo	

Colocar los equipos de cómputo de manera estratégica en el inmueble, evitar exponerlos a la luz solar, debido a que la acumulación de calor puede llegar a incrementar la energía utilizada para su funcionamiento al sobre calentar motores o circuitos.

## Actualización Tecnológica

<b>Costo</b>	Intermedio a Alto	
<b>Nivel de dificultad</b>	Bajo	★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio a Alto	

\*La cantidad de energía ahorrada dependerá de la antigüedad de los equipos actuales y de las tarifas de electricidad a las que estén sujetos.

Si se tienen dentro del inmueble televisores de tecnologías más antiguas como LCD o plasma, es importante considerar cambiarlos o programar su reemplazo por uno de tecnología LED, QLED u OLED.

Estas tecnologías más modernas son más eficientes en términos de iluminación, lo que se traduce en un menor consumo energético.

Se debe verificar que cuenten con etiquetas de eficiencia energética como el Sello Fide o Energy Star.



## 5.5 Sistemas de fuerza y motores

### Rehabilitación de tanques y tinacos existentes

<b>Costo</b>	Bajo	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	★★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	⚡⚡

Implementar un programa de mantenimiento preventivo para inspeccionar y reparar los tanques y tinacos existentes con el objetivo de controlar y eliminar cualquier fuga de agua.

Esto reducirá las pérdidas innecesarias de agua y la energía requerida para bombear el agua.

### Dimensionamiento adecuado

<b>Costo</b>	Intermedio	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	★★
<b>Ahorro energético</b>	Alto	⚡⚡⚡

Al contratar a un profesional calificado para realizar el dimensionamiento de la potencia necesaria para satisfacer las demandas del inmueble, se evita el sobredimensionamiento del equipo.

Esto garantiza que los motores, bombas y otros sistemas de fuerza funcionen de manera eficiente y no consuman más energía de la necesaria.



## Implementación de variadores de frecuencia

<b>Costo</b>	Intermedio	
<b>Nivel de dificultad</b>	Alto	★ ★ ★
<b>Ahorro energético</b>	Intermedio	⚡ ⚡

Instalar variadores de frecuencia en los motores para controlar la velocidad de operación según las demandas reales de carga.

Esto permite ajustar la velocidad del motor de acuerdo con la demanda, reduciendo así el consumo de energía y prolongando la vida útil del equipo.

## Implementación de sistemas de monitoreo y control

<b>Costo</b>	Alto	
<b>Nivel de dificultad</b>	Intermedio	★ ★
<b>Ahorro energético</b>	Alto	⚡ ⚡ ⚡

Instalar sistemas de monitoreo y control para supervisar y gestionar el rendimiento de los motores, bombas y otros sistemas de fuerza en tiempo real.

Esto permite identificar y corregir de manera proactiva cualquier anomalía o desperdicio de energía, optimizando así la eficiencia operativa y reduciendo los costos energéticos a largo plazo.

