



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**Programa Único de Especializaciones de Ingeniería**

**ESPECIALIZACIÓN: AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA**

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE ENERGÍA, PREVIO Y DURANTE LA  
PANDEMIA DE SARS-COV-2, DE UNA EDIFICACIÓN ENFOCADA AL  
CULTO RELIGIOSO EN EL ORIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA  
EN AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA

**PRESENTA:**

OSCAR DAVID GONZÁLEZ GÁLVEZ

**DIRECTORA DE TESINA:**

MI. JUDITH CATALINA NAVARRO GÓMEZ



**Programa Único de  
Especializaciones de Ingeniería**

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, MARZO DEL 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	1
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 Objetivo general .....	3
1.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 Alcances y limitaciones .....	3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Consumo en México de energía por sector durante 2019 y su variación proyectada en 2020 debido a la pandemia de SARS-CoV-2 .....	4
2.2 Evaluación del consumo eléctrico de edificaciones comerciales y de servicio .....	8
2.2.1 Facturación eléctrica .....	9
2.2.2 Casos de estudio de establecimientos destinados al culto religioso .....	10
2.2.3 Bases sobre eficiencia energética para el sector comercial y de servicio .....	14
2.2.4 Consumo de energía en edificios de culto religioso .....	16
CAPÍTULO 3: LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DEL CONSUMO ELÉCTRICO .....	22
3.1 Contextualización sobre la edificación de estudio .....	23
3.1.1 Ubicación geográfica y reseña histórica .....	23
3.1.2 Descripción de actividades y horarios de uso previo a la pandemia .....	25
3.1.3 Descripción de actividades y horarios de uso durante la pandemia .....	26
3.2 Registro de equipos eléctricos e instalaciones .....	26
3.3 Estimación del consumo eléctrico con respecto a los equipos por bimestre, previo y durante la pandemia .....	30
3.3.1 Estimación previo a la pandemia .....	30
3.3.2 Estimación durante la pandemia .....	32
3.4 Análisis de la facturación .....	34
3.5 Cumplimiento de la normatividad relacionada con el consumo y desempeño energético vigente en México .....	37
3.5.1 NOM-007-ENER-2014 .....	37
3.5.2 NOM-025-STPS-2008 .....	39
CAPÍTULO 4: INDICADORES ENERGÉTICOS .....	43
4.1 Definición .....	43
4.2 Indicadores energéticos con respecto al caso de estudio .....	46
4.3 Sugerencias de mejora .....	54
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES .....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
ANEXOS .....	65

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Consumo total de energía en México de 1990 a 2020. ....	6
<b>Figura 2.</b> Variación del consumo energético sectorial para México. ....	6
<b>Figura 3.</b> Consumo energético por sector en México de 2019 y 2020, previo y posterior a la declaratoria de pandemia en el país. ....	7
<b>Figura 4.</b> Modificación entre las tarifas eléctricas antiguas y vigentes en México. ....	9
<b>Figura 5.</b> Comparación del uso energético de los recintos de Orem y College Station. ....	12
<b>Figura 6.</b> Uso final de energía de los edificios de Orem y College Station. ....	12
<b>Figura 7.</b> Número de edificios comerciales, medido en miles, según su principal actividad productiva. ....	17
<b>Figura 8.</b> Tipo de energético utilizado para el funcionamiento de recintos de culto religioso. ....	18
<b>Figura 9.</b> Porcentaje de utilización de kWh/m <sup>2</sup> según su uso final. ....	19
<b>Figura 10.</b> Porcentaje de área iluminada según el tipo de tecnología. ....	20
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de utilización de tecnologías de enfriamiento. ....	21
<b>Figura 12.</b> Diagrama general de la metodología. ....	22
<b>Figura 13.</b> Fotografía y ubicación de la edificación. ....	23
<b>Figura 14.</b> Configuración del inmueble. ....	24
<b>Figura 15.</b> Fotografía de oficina y salón. ....	28
<b>Figura 16.</b> Fotografía del espacio principal o santuario. ....	29
<b>Figura 17.</b> Distribución de equipos eléctricos en el plano del inmueble. ....	30
<b>Figura 18.</b> Consumo eléctrico en periodos comparables de 2018 a 2021. ....	35
<b>Figura 19.</b> Monto bimestral pagado por consumo de electricidad en periodos comparables de 2018 a 2021. ....	36
<b>Figura 20.</b> División de áreas para la medición de los niveles de iluminación. ....	41
<b>Figura 21.</b> Pirámide de indicadores de eficiencia energética. ....	43
<b>Figura 22.</b> Comparativa entre los kWh/m <sup>2</sup> por usos finales según el CBECS y los datos del estudio. ....	47
<b>Figura 23.</b> Comparativa entre porcentaje de tipo de luminarias del CBECS y los datos del estudio. ....	48
<b>Figura 24.</b> Resultados de Grados día para un edificio ubicado en la alcaldía Venustiano Carranza en la Ciudad de México, según datos del portal de CONUEE. ....	52

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Consumo final total de energía en México 2018-2019 en Petajoules (PJ).....	4
<b>Tabla 2.</b> Consumo de energía en los sectores residenciales, comerciales y público en Petajoules. ..	5
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de edificios de servicios en países seleccionados de la IEA.....	15
<b>Tabla 4.</b> Información disponible, estimada y faltante de los indicadores de eficiencia energética en México.....	16
<b>Tabla 5.</b> Utilización diaria del inmueble por número de personas y por horas previo a pandemia. 25	
<b>Tabla 6.</b> Tabla de equipos y datos de placa. ....	27
<b>Tabla 7.</b> Consumo energético por equipo eléctrico, durante una semana promedio en la temporada de mayor calor. ....	31
<b>Tabla 8.</b> Consumo energético de equipos eléctricos durante la pandemia. ....	33
<b>Tabla 9.</b> Consumo de energía eléctrica bimestral (kWh) de 2018 a 2021. ....	34
<b>Tabla 10.</b> Monto pagado por consumo de energía bimestral (\$ MXN). ....	36
<b>Tabla 11.</b> Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) por tipo de edificio o espacio. ....	38
<b>Tabla 12.</b> Comparativo entre datos de la NOM-007-ENER-2014 y el registro del levantamiento. ..	39
<b>Tabla 13.</b> Niveles de iluminación por espacio según NOM-025-STPS-1994. ....	39
<b>Tabla 14.</b> Niveles de iluminación por espacio según NOM-025-STPS-2008. ....	40
<b>Tabla 15.</b> Comparativo entre datos de la NOM-025-STPS-2008 y el registro del levantamiento. ...	42
<b>Tabla 16.</b> Lista resumida de los indicadores más comunes del sector de servicios. ....	45
<b>Tabla 17.</b> Comparativo entre los indicadores del CBECS 2012, la información previa y durante la pandemia del caso de estudio. ....	46
<b>Tabla 18.</b> Datos necesarios para la estimación puntuación de ENERGY STAR.....	49
<b>Tabla 19.</b> Cálculo de Intensidad energética en origen para ambos escenarios.....	50
<b>Tabla 20.</b> Intensidad energética predictiva en origen para el Escenario 1.....	50
<b>Tabla 21.</b> Intensidad energética predictiva en origen para el Escenario 2.....	51
<b>Tabla 22.</b> Rangos de valores permisibles para cada variable utilizada en el cálculo de Intensidad energética predictiva de origen. ....	51
<b>Tabla 23.</b> Cálculo de Tasa de eficiencia energética y obtención de puntaje ENERGY STAR por escenario.....	53

## RESUMEN

Este estudio muestra la diferencia existente entre el consumo energético previo y durante la pandemia de SARS-CoV-2, de un edificio de culto religioso ubicado al oriente de la Ciudad de México. Conforme a la metodología planteada, se obtuvo que los sistemas de aire acondicionado, las bocinas, ventiladores, proyectores y luminarias LED rectangulares eran los equipos de mayor consumo; aunque, durante la pandemia se dejaron de usar los sistemas de climatización, y los equipos de cómputo, comenzaron a tomar mayor relevancia, particularmente, por la necesidad de transmitir contenido.

Al analizar la facturación eléctrica, se encontraron similitudes entre el consumo registrado y el calculado por medio de los equipos; no obstante, por el cese de actividades, desde el tercer bimestre de 2020, su consumo cayó en 250 kWh bimestrales, aproximadamente. Esta diferencia es notoria, contemplando todo un año, pues el consumo total del inmueble pasó de 5 mil 174 kWh anuales a mil 457.

Bajo la normatividad mexicana existente, se definió el cumplimiento del edificio sobre los parámetros de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), de la NOM-007-ENER-2014; sin embargo, los niveles mínimos de iluminación estipulados en la NOM-025-STPS-2008, no se cumplieron en 6 de las 12 zonas de medición, además de presentar en 9, al menos una medición puntual por debajo de la NOM. Se recomendó la reubicación de las luminarias LED rectangulares en el santuario y la instalación de una lámpara extra o la sustitución tecnológica en el resto de las zonas.

Utilizando los datos presentados en el *Commercial Buildings Energy Consumption Survey* (CBECS-2012), se mostró que las categorías de Enfriamiento, Equipos de Oficina, Iluminación y Equipo de Cómputo presentaron el mayor consumo en el inmueble; siendo Iluminación y Equipos de Oficina los rubros con mayor diferencia contra dicho documento; y Equipos de Oficina, los únicos que incrementaron durante la pandemia con respecto al consumo total. En cuanto a Iluminación, la tecnología LED es la que mayor ponderación presenta en el edificio, a diferencia del 2% que se registra en las edificaciones, para culto religioso, en el CBECS-2012.

Con respecto a la calificación de ENERGY STAR para este tipo de edificios, se obtuvo bajo ciertas consideraciones, un puntaje de 98 previo a la pandemia y de 76 durante la misma, ya que, se toma en cuenta tanto los usos, horas de servicio y usuarios, en ambos periodos a analizar.

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

A partir de la Revolución Industrial, el mundo ha dependido en gran medida de las fuentes energéticas de origen fósil, tanto para la producción de energía como para la generación de combustibles y derivados (Chen, et al., 2015); sin embargo, en las últimas décadas se ha tenido un aumento desmesurado en su consumo, lo cual ha repercutido en una infinidad de formas a nivel mundial (Zhang, Zhong, Xie, Liu, & Ruan, 2015).

Entre las dificultades que se presentan, no solo persiste la limitación para la obtención de los energéticos a utilizar, sino que durante su empleo, se ha comprobado, producen importantes daños medioambientales, tales como, el aumento del efecto invernadero, la emisión de gases y la lluvia ácida (Mazaheri, Lee, Bhatia, & Mohamed, 2010); propiciando con ello el cambio climático y serios problemas referentes a la salud humana (Zhang, Zhong, Xie, Liu, & Ruan, 2015).

Por ende, entre la demanda cada vez mayor de energéticos, influenciada por la búsqueda del desarrollo económico, el agotamiento de los combustibles fósiles e incrementos en sus precios (Chen, et al., 2015; Sanna, 2013; Tran, et al., 2010), se ha promovido el uso más eficiente de los recursos energéticos; así como la implementación de mejores prácticas en cuanto al uso de la energía utilizada por los consumidores finales.

No obstante, muchos de estos esfuerzos se vieron mermados debido a la pandemia de SARS-CoV-2 que comenzó en China a finales del año 2019, y que se ha extendido al resto del mundo. En el caso de México, el 27 de febrero de 2020 se detectó el primer caso en el país, y fue el 1° de abril del mismo año cuando se hizo la declaratoria de emergencia nacional, momento en cual, el país entró en la Fase 3 de la pandemia, y con ello vino el cierre total de toda actividad no esencial (Gobierno CDMX, 2021). Entre los principales sectores afectados, se encuentra el referente a comercio y servicios; debido principalmente, al contacto que requieren con sus clientes.

Por tal motivo, el presente trabajo se centró en analizar las repercusiones que tuvo, en cuanto al consumo energético, la pandemia de Covid-19 sobre una edificación destinada al culto religioso ubicada al oriente de la Ciudad de México. Además, del planteamiento de indicadores basados en la información propia del inmueble, con el fin de proponer estrategias de mejora para el ahorro y uso eficiente de la energía.

### **1.1 Objetivo general**

Llevar a cabo el análisis del consumo energético de una edificación orientada al culto religioso, a través de periodos comparables previo y durante la pandemia de SARs-CoV-2.

### **1.2 Objetivos específicos**

- a) Recabar la información sobre los consumos energéticos del edificio.
- b) Identificar los criterios operacionales y de mantenimiento de las instalaciones, así como los equipos en funcionamiento.
- c) Identificar y priorizar oportunidades ahorro y mejora del desempeño energético.
- d) Establecer indicadores energéticos específicos para el establecimiento.

### **1.3 Alcances y limitaciones**

Debido a las complicaciones presentes, derivadas a las restricciones sanitarias que el gobierno de México y de la Ciudad de México han establecido, el análisis en sitio se ha dificultado. Por lo que, el consumo energético se tomará directamente de la facturación eléctrica, contemplando solamente el levantamiento realizado para contextualizar en qué se ocupa la energía utilizada en la edificación a analizar.



## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Consumo en México de energía por sector durante 2019 y su variación proyectada en 2020 debido a la pandemia de SARS-CoV-2

De acuerdo con el Balance Nacional de Energía 2019 de la Secretaría de Energía, en México para el año 2019, el consumo final de energía presentó un decremento de 10.05% con respecto al año 2018, pasando de 5,393.45 a 4,851.57 Petajoules (PJ), tal y como se presenta en la Tabla 1 (SENER, 2021). Esto se cree, se debió principalmente a las afectaciones en la producción de PEMEX, para el consumo no energético total; mientras que, el incremento en el precio de los combustibles usados para el transporte e industria, fueron los que tuvieron mayor repercusión en la variación del consumo energético total.

**Tabla 1.** Consumo final total de energía en México 2018-2019 en Petajoules (PJ).

	2018	2019	Variación porcentual (%) 2019/2018	Estructura porcentual (%) 2019
<b>Consumo final total</b>	<b>5,393.45</b>	<b>4,851.57</b>	<b>-10.05</b>	<b>100</b>
<b>Consumo no energético total</b>	<b>109.74</b>	<b>90.59</b>	<b>-17.45</b>	<b>1.87</b>
Petroquímica de Pemex	56.53	47.93	-15.20	0.99
Otras ramas	53.22	42.66	-19.84	0.88
<b>Consumo energético total</b>	<b>5,283.70</b>	<b>4,760.98</b>	<b>-9.89</b>	<b>98.13</b>
Transporte	2,454.70	2,027.05	-17.42	41.78
Industrial	1,680.77	1,589.45	-5.43	32.76
Resid, comer y pub	958.97	952.59	-0.67	19.63
Agropecuario	189.27	191.89	1.39	3.96

Fuente: Tabla tomada de SENER (2021).

De los sectores desglosados en la categoría de Consumo energético total, el rubro de mayor interés para el presente trabajo es el que engloba Residencial, comercial y público; el cual representa el 20.01% del total definido por la categoría.

Específicamente hablando del ámbito comercial, este tuvo un incremento de 1.95% con respecto al 2018; siendo la energía solar y electricidad los que presentaron los mayores aumentos, de 8.87% y 6.31% respectivamente (Tabla 2). Sin embargo, la ponderación de cada uno con respecto al consumo total registrado para este ámbito fue de 3.03% y de 54.28% (SENER, 2021); por lo que, se hace notorio que el empleo de electricidad en el comercio y servicios a nivel nacional, juega un factor preponderante, haciéndolo un área de oportunidad para la aplicación de metodologías o técnicas que ayuden a su ahorro y uso eficiente.

**Tabla 2.** Consumo de energía en los sectores residenciales, comerciales y público en Petajoules.

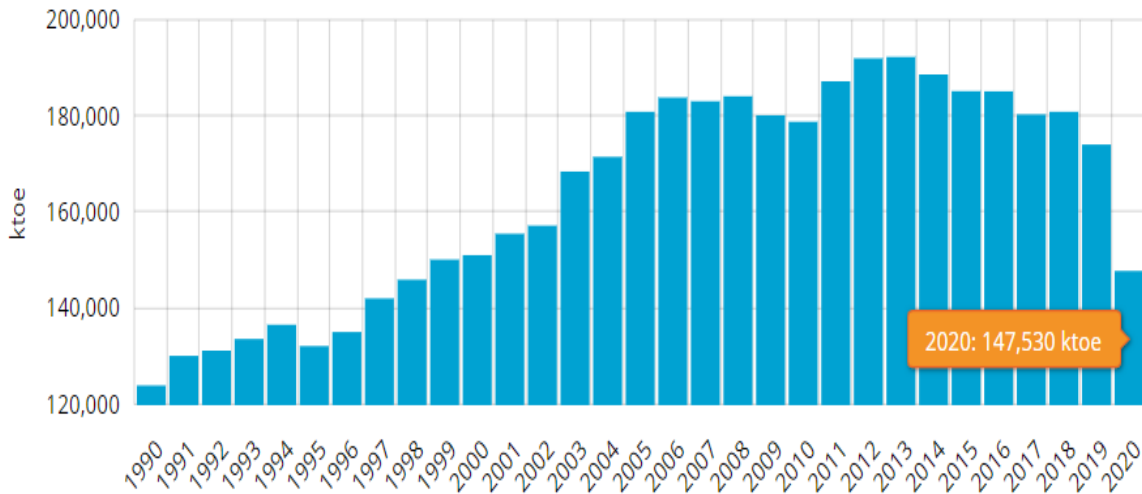
	2018	2019	Variación porcentual (%) 2019/2018	Estructura porcentual 2019
<i>Total</i>	958.97	952.59	-0.67	100.00
<i>Residencial</i>	760.60	748.94	-1.53	78.62
<i>Solar</i>	7.11	7.88	10.93	0.83
<i>Leña</i>	249.08	247.92	-0.47	26.03
<i>Total de petrolíferos</i>	246.45	231.04	-6.25	24.25
<i>Gas licuado</i>	246.45	231.04	-6.25	24.25
<i>Gas seco</i>	30.16	29.94	-0.72	3.14
<i>Electricidad</i>	227.80	232.15	1.91	24.37
<i>Comercial</i>	167.44	170.70	1.95	17.92
<i>Solar</i>	4.75	5.17	8.87	0.54
<i>Total, de petrolíferos</i>	63.29	61.89	-2.21	6.50
<i>Gas licuado</i>	63.29	61.89	-2.21	6.50
<i>Gas seco</i>	12.22	10.96	-10.32	1.15
<i>Electricidad</i>	87.17	92.67	6.31	9.73
<i>Público</i>	30.93	32.95	6.52	3.46
<i>Electricidad</i>	30.93	32.95	6.52	3.46

Fuente: Tabla tomada de SENER (2021).

Debido a la pandemia de coronavirus que comenzó a finales de 2019 en China, y se expandió a nivel mundial hasta presentar los primeros casos durante el primer trimestre del año 2020 en nuestro país, el gobierno ha implementado medidas para evitar su propagación, mismas que se han centrado en la suspensión completa o parcial de actividades no esenciales. Estas acciones, han impactado de forma directa en el consumo de energía esperada y observada.

Con respecto a la información presentada en el portal de Enerdata, en México, el consumo total de energía tuvo una reducción del 14% en 2020 en comparación con 2019 debido a la pandemia de Covid-19, tal y como se observa en la Figura 1. Este valor corresponde a niveles de consumo similares a los registrados en el año 2000 (Enerdata, 2021).

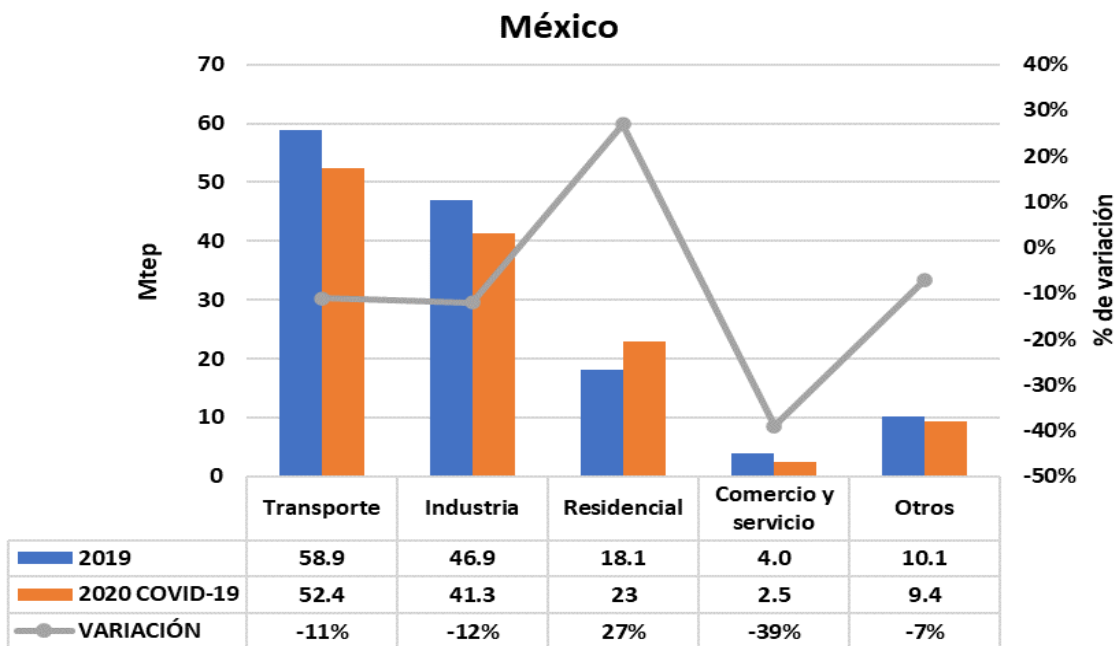
**Figura 1.** Consumo total de energía en México de 1990 a 2020.



Fuente: Figura tomada de Enerdata (2021).

Según el Análisis de los impactos de la pandemia del COVID-19 sobre el Sector Energético de América Latina y el Caribe, publicado por la Organización Latinoamericana de Energía, en mayo de 2020, los sectores que se estima por el confinamiento presentaron mayor decremento fue el comercial y de servicios, mismo que mostraron una afectación del 39% con respecto a los datos obtenidos de 2019, tal y como se observa en la Figura 2 (OLADE, 2020).

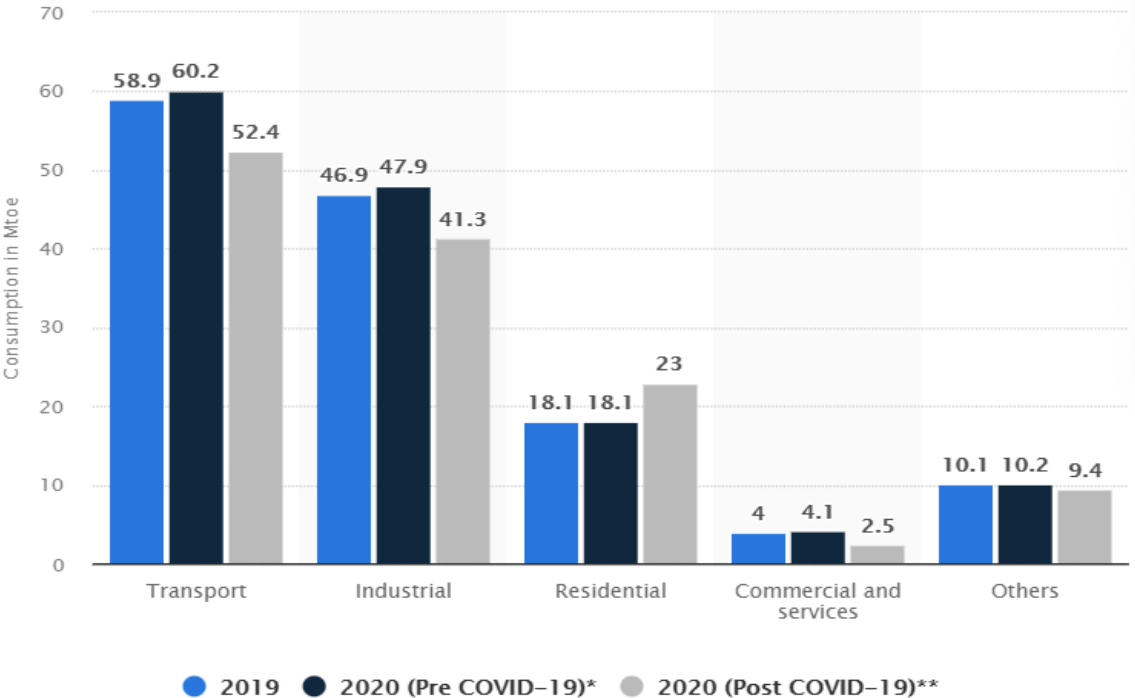
**Figura 2.** Variación del consumo energético sectorial para México.



Fuente: Figura tomada de OLADE (2020), modificada para el presente trabajo.

Esta información se reafirma en el portal de Statista, en donde presentan la Figura 3, que muestra en primera instancia, los valores ya descritos en OLADE (2020); pero anexan la diferencia entre la proyección de consumo energético para 2020 por sector a finales de 2019 y la proyección para ese mismo año, pero realizada en mayo 2020, un mes después de la declaratoria de emergencia nacional (Statista, 2020). Con respecto a la información de la Figura 3, se observa que, para el sector de comercio y servicio, el porcentaje de decremento es ligeramente mayor al planteado por OLADE (2020), tomando en cuenta el valor de la proyección hecha en 2019 como comparativo.

**Figura 3.** Consumo energético por sector en México de 2019 y 2020, previo y posterior a la declaratoria de pandemia en el país.



Fuente: Figura tomada de Statista (2020).

Ya que las actividades de este sector, están íntimamente relacionadas con el consumo de energía eléctrica, tanto para la generación de productos como el ofrecimiento de servicios, comúnmente se basan en el uso de dispositivos o equipo eléctricos que se encuentran en funcionamiento constante.

Dichos valores, hacen reflexionar sobre las repercusiones que está teniendo y tendrá la pandemia sobre los ingresos y desarrollo de actividades del sector comercial y de servicios, los cuales, si bien es cierto disminuyeron su consumo energético debido a la suspensión de actividades, esto obligó y obligará a muchos a cesar definitivamente su labor.

Dentro del sector comercial y de servicios, se encuentran los centros comunitarios, edificaciones o espacios destinados a la realización de actividades culturales, educativas, religiosas, sociales y/o deportivas, en los que se produce el encuentro con el otro y se originan flujos de actividad que regeneran el entorno (Burga Castro, 2016). Siendo un centro comunitario de índole religiosa el que se toma en cuenta para el presente trabajo, el cual durante la mayor parte de la pandemia se ha mantenido cerrado, pero previo a la misma tenía un consumo energético bajo durante la mayor parte de la semana, pero elevado durante los fines de semana, principalmente, durante las mañanas dominicales debido a las celebraciones que realizaban. Este comportamiento, es repetible en otras edificaciones destinadas al mismo propósito, tal como lo describe Terrill et. al (2015).

Por lo anterior citado, abordar las problemáticas relacionadas con el uso de la energía, buscando soluciones viables, atractivas y accesibles al bolsillo para estos espacios, que fungen como punto fundamental en la dinámica social del entorno y de reunión para un gran número de personas tienen una importancia considerable. Ya que, después de este periodo de confinamiento intermitente, el ahorro monetario se ha vuelto vital para el mantenimiento de empleos y la continuación de la vida hacia una nueva normalidad.

## **2.2 Evaluación del consumo eléctrico de edificaciones comerciales y de servicio**

Uno de los puntos de mayor relevancia para los establecimientos destinados al comercio o a ofrecer algún tipo de servicio, es el referente al consumo eléctrico, ya que en estos espacios se hace necesario utilizar gran cantidad de dispositivos eléctricos dependiendo el giro del lugar, tal como se expresó con anterioridad.

Se estima que, para pequeñas y medianas empresas en México la facturación eléctrica equivale hasta el 50% de los costos totales de su operación, además de ser considerado como el segundo gasto más importante después del pago de salarios en este mismo tipo de negocios (Pizarro Lagunas, 2021).

Por ende, identificar y analizar datos referentes a la facturación eléctrica emitida por el proveedor del servicio, que en el caso de México es la Comisión Federal de Electricidad (CFE), así como conocer los equipos y dispositivos empleados en las inmediaciones a analizar, pueden fomentar el ahorro económico.

No obstante, aunque en muchas ocasiones existe una amplia posibilidad de implementar soluciones que incentiven el ahorro de energía, la realidad es que las empresas o negocios no consideran que los beneficios que se alcanzan son mayores a la inversión establecida (Miño, Guamán, Moyano, Ortiz, & García, 2018).

Por tal motivo, una primera aproximación para lograr un programa de administración de los recursos energéticos de un establecimiento sin comprometer su funcionamiento, puede ser a través del análisis de su facturación eléctrica (Chavez & Escobedo, 2020).

## 2.2.1 Facturación eléctrica

Uno de los puntos más relevantes en cuanto al consumo energético en una edificación, es el relacionado con el suministro eléctrico, así como el conocimiento sobre la lectura de la facturación. Ya que, esta permite conocer el tipo de servicio contratado, así como el consumo eléctrico a lo largo del periodo facturado, el cual es registrado por medio de los datos obtenidos del medidor instalado en la edificación.

En México, se contemplan diversas tarifas de cobro dependiendo del contrato firmado con la Comisión Federal de Electricidad, el cual se establece según el uso dado de la energía por el usuario, ya sea para un hogar, negocio o industria. Actualmente, la tarifa eléctrica se calcula de acuerdo a cierta catalogación de los usuarios por parte de CFE; sin embargo, los tipos de tarifa han sido modificados a lo largo de los años, siendo los cambios más recientes los observados en la Figura 4.

**Figura 4.** Modificación entre las tarifas eléctricas antiguas y vigentes en México.

ESQUEMA TARIFARIO NUEVO	TARIFA EQUIVALENTE CFE	DESCRIPCION	
DB1	1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F	Doméstico con consumo <= 150kWh-mes	<b>BAJA TENSIÓN</b>
DB2	1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, DAC	Doméstico con consumo > 150kWh-mes	
PDBT	2,6	Pequeña Demanda con consumos <= 25kW-mes	
GDBT	3,6	Gran Demanda con consumos > 25 kW-mes	
RABT	9, 9CU, 9N	Riego Agrícola en Baja Tensión	
APBT	5, 5A	Alumbrado Público en Baja Tensión	
APMT	5, 5A	Alumbrado Público en Media Tensión	<b>MEDIA TENSIÓN</b>
RAMT	9M, 9CU, 9N	Riego Agrícola en Media Tensión	
GDMTH	HM, HMC	Gran Demanda en Media Tensión Horaria	
GDMTO	OM	Gran Demanda en Media Tensión Ordinaria	
DIST	HS, HSL	Demanda Industrial es SubTransmisión	<b>ALTA TENSIÓN</b>
DIT	HT, HTL	Demanda Industrial en Transmisión	

Fuente: Figura tomada de Evluo (2021).

En el presente caso de estudio, la categoría de análisis es la referente a negocios, mismas que se definen por medio de la demanda instalada y el consumo mensual de la edificación. Las tarifas contempladas para esta categoría son las siguientes:

- PDBT referente a pequeña demanda de hasta 25 kW mensuales en baja tensión.
- GDBT correspondiente a gran demanda mayor a 25 kW por mes en baja tensión.
- GDMTH correspondiente a gran demanda en media tensión horaria.
- GDMTO acrónimo a la gran demanda en media tensión ordinaria.

En donde las tarifas generales en baja tensión son la PDBT y GDBT, mientras que las de media tensión son la GDMTO y la GDMTH (CFE, 2021). Para este trabajo, el centro religioso estudiado tiene un contrato en tarifa PDBT.

### 2.2.2 Casos de estudio de establecimientos destinados al culto religioso

Dentro de la literatura, se han encontrado algunos estudios en los que se buscan o se mencionan soluciones, ya sea de manera conjunta o individual, referentes al mejor aprovechamiento energético de edificios o espacios destinados al culto religioso. No obstante, así como describe Ye et al. (2019), los edificios de culto religioso han recibido una atención mínima en cuanto al análisis de energía, a pesar de que, en Estados Unidos, por ejemplo, se estima que el 13% del total de la energía utilizada de la industria de la construcción comercial, es usado para edificar establecimientos de este tipo.

Ahora, Warren (2012) menciona que, en Estados Unidos, así como pasa en México, las instituciones religiosas son muy diversas, no solo en cuanto a sus creencias, sino a las edificaciones empleadas y a los enfoques que cada establecimiento en particular tiene en cuanto a su eficiencia energética. Sin embargo, hace notar que todos los esfuerzos enfocados en este tema, no son propios de un grupo en específico, sino de congregaciones con diversas creencias religiosas que han actuado en conjunto con el fin de reducir su consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero, repercutiendo de manera favorable en el planeta. Entre los casos de mayor éxito que expone, se encuentran los siguientes.

*GreenFaith* es una organización con presencia en 49 países, que engloba grupos cristianos, hindúes, budistas, islámicos y judíos que colaboran conjuntamente en programas de certificación para congregaciones, buscando trabajar de forma integral problemas ambientales, por medio de la educación, mantenimiento de instalaciones, eficiencia energética y divulgación social a lo largo del mundo (Warren, 2012; GreenFaith, 2021).

También cita el caso de *The Regeneration Project: Interfaith Power & Light*, proyecto lanzado en 1998 en el cual están afiliados 40 Estados de los Estados Unidos y alrededor de 20,000 grupos de diversas religiones, que trabajan en la mitigación de los efectos generadores del calentamiento global, a través de la mejora en la administración de la energía en sus instalaciones y al fungir como actores en la promulgación de políticas públicas que promueven las energías alternas. Además, llevan a cabo competencias como el *10% Challenge*, en el cual las congregaciones participantes buscan reducir en un 10% sus emisiones de carbono a través de mejoras en la iluminación, sistemas de climatización,

sustitución electrodomésticos certificados por ENERGY STAR, entre otros (Warren, 2012; Interfaith Power & Light, 2016).

Cabe mencionar, que tal como se observó en el trabajo de Warren (2012), Martínez-Molina et al. (2016) también describe que la mayoría de los estudios de consumo energético enfocados en edificaciones de culto religioso, se centran en la simulación del desempeño térmico del recinto y en el consumo de los sistemas de climatización para obtener el confort térmico deseado, el cual tiene un mayor peso en países donde por su clima son requeridos por mayor tiempo, ya sea para enfriar o calentar el inmueble de estudio. Por ende, la búsqueda de soluciones provee mayor ganancia monetaria.

Además, estos estudios no solo tienen como común denominador el enfocarse en desempeño térmico del lugar, sino que, en su gran mayoría son inmuebles que se contemplan como patrimonio histórico de la localidad o el país en donde se encuentran. Dentro de los países con mayor número de publicaciones encontradas sobre trabajos enfocados en el consumo de energía en iglesias, se tiene Italia, Estados Unidos y España; aunque también se encontraron trabajos de Bulgaria, Francia, Grecia, Indonesia, India, Noruega, Polonia, Portugal y Rumania (Martínez-Molina, Tort-Ausina, Cho, & Vivancos, 2016).

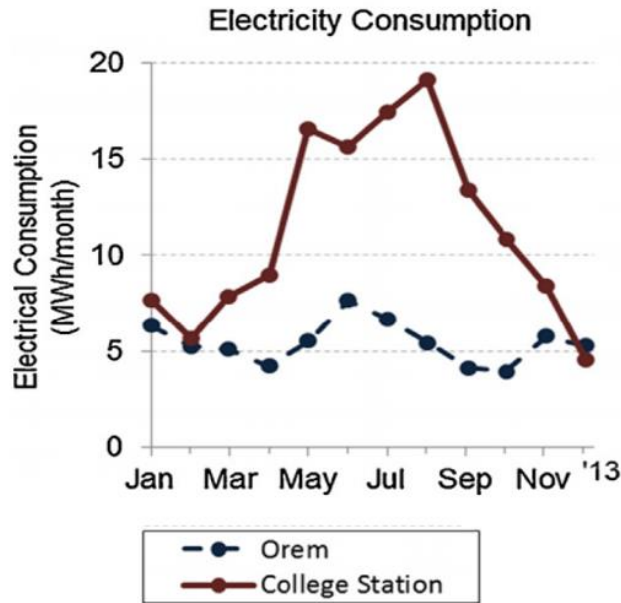
Entre los trabajos más relevantes encontrados, Terrill et al. (2015) describe a primera instancia, el análisis de diez recintos religiosos con respecto a su ubicación y condiciones climáticas en el que se encuentra establecido a lo largo de Estados Unidos. Una vez hecho eso, seleccionó dos edificaciones semejantes, pero ubicados en lugares con diferente clima, para conocer su afectación en el uso de energía en cada lugar.

El primero edificio seleccionado por Terrill et al. (2015), se encuentra ubicado en Orem, Utah en donde predomina un clima frío seco, con temperaturas extremas en verano e inviernos en los que predominan las nevadas y temperaturas bajo cero constantemente; mientras que la ubicada en College Station, Texas, tiene un clima cálido húmedo, en donde los veranos no tienen temperaturas tan extremas como en Orem y en los inviernos rara vez se tiene temperaturas que descienden por debajo del punto de congelación. Ambos recintos cuentan con un sistema de climatización complejo, que abarca entre 4-5 mini splits y entre 8-10 equipos de aire acondicionado tipo ventana. En cuanto a la iluminación, la mayoría son lámparas fluorescentes tipo T8 o T12, aunque hay algunos focos incandescentes en armarios y áreas pequeñas.

Las mediciones energéticas de cada lugar, se llevaron a cabo durante seis y doce meses tal como se muestran en la Figura 5. En las gráficas se presenta que, la edificación de College Station destina gran parte de su electricidad al enfriamiento del lugar durante los meses de verano; mientras en invierno, para ambos recintos el incremento en el uso de electricidad se debe a la utilización de la calefacción principalmente.



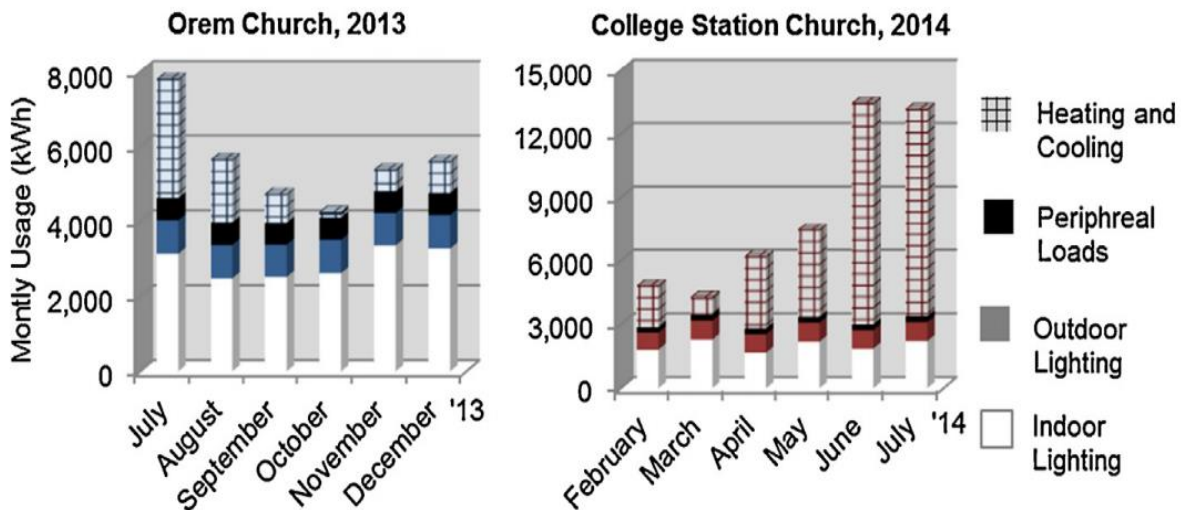
**Figura 5.** Comparación del uso energético de los recintos de Orem y College Station.



Fuente: Figura tomada de Terrill, Morelli, & Rasmussen (2015).

Del consumo energético mensual planteado, Terrill et al. (2015) pudo deducir por medio de la recolección de datos en cada sitio a lo largo del estudio, la participación mensual del consumo por iluminación interior, iluminación exterior, climatización y cargas perimetrales, lo cual es mostrado en la Figura 6 (Terrill, Morelli, & Rasmussen, 2015).

**Figura 6.** Uso final de energía de los edificios de Orem y College Station.



Fuente: Figura tomada de Terrill, Morelli, & Rasmussen (2015).

En la Figura 6 es notorio que, en la edificación de Orem en Utah, la iluminación es el factor de mayor relevancia a lo largo del año, pues la climatización solamente es relevante en Julio

y Agosto; mientras que en el recinto de College Station, el consumo eléctrico se debe al uso de la climatización (Terrill, Morelli, & Rasmussen, 2015).

A pesar de que el proyecto anteriormente citado, se centra en la recolección de datos y en el análisis de los mismos, con el fin de compararlos y no en la búsqueda o implementación de mejoras, Terrill T. (2015) plantea una metodología estructurada que puede ser utilizada para la comparación de edificaciones y modelos estandarizados para este tipo de inmuebles.

El proyecto encontrado con mayor detalle sobre el rubro, que presenta tanto registros experimentales como soluciones, y que se basa principalmente en el impacto monetario, es el desarrollado por *Waste Reduction Partners* (2013) para *United Church of Chapel Hill* ubicado en Chapel Hill, Carolina del Norte en Estados Unidos, que estimó para este establecimiento de culto religioso, que la electricidad tenía un consumo anual de 225,520 kWh equivalentes a \$20,219 USD; el cual se ocupaba principalmente en la iluminación, seguido del sistema de climatización, mismos que equivalían al 46% y 41% respectivamente.

En el caso de la iluminación, se definieron tanto los periodos de uso, por medio de entrevistas, como los tipos de lámpara instalados, los cuales cabe señalar se estipuló podían ser modificadas por tecnologías más recientes, debido a que en su mayoría eran compactas fluorescentes o halógenas. Solo por citar un ejemplo, y debido a que estas características y comportamientos se reproducen en otros establecimientos de la misma índole, en el santuario o espacio principal, se encontraron instaladas 88 lámparas compactas fluorescentes, que eran usadas 4 horas diarias, solamente mientras se tocaba el órgano y 7 horas continuas los domingos debido a los dos servicios que ofrecían (*Waste Reduction Partners*, 2013).

Del análisis lumínico del espacio se obtuvo que, al sustituir 135 lámparas por tecnología LED y usar de forma más eficiente 5 lámparas en lugares de poco uso, se tendría un ahorro monetario de \$735 USD por año; sin embargo, para aquel momento, la modificación tecnológica total tendría una inversión de \$4,617 USD reflejados en un retorno de inversión mayor a seis años; haciéndolo poco atractivo, a pesar de que las ventajas representadas en cuanto a consumo eléctrico y reducción de emisiones eran importantes (*Waste Reduction Partners*, 2013).

Mientras que, en el caso del sistema de climatización, solamente con regular las temperaturas que antes utilizaban, usando al enfriar dos grados por arriba de lo habitual y un grado menos durante la calefacción, era posible tener ahorros de energía de 23% y 8% con respecto a las antiguas configuraciones de temperaturas. Mismos que a su vez, equivalía al ahorro anual de \$2,152 USD sin la necesidad de ninguna inversión (*Waste Reduction Partners*, 2013).

Si bien, la información sobre estudios relacionados al consumo energético de recintos religiosos es poca, y en su mayoría son trabajos de Estados Unidos, cada vez existen más fuentes de información que brindan recomendaciones para un uso más eficiente de la energía en estas edificaciones.

Tal es el caso de ENERGY STAR (2018), en donde se presenta un manual completo que da soporte y guía a todos los actores de cultos religiosos, para cumplir sus metas relacionadas con la mejora en eficiencia energética de sus instalaciones, mediante la implementación de proyectos que no requieran mucho tiempo ni dinero, pero que sean rentables y ayuden a encaminar las acciones más adecuadas para el establecimiento.

A lo largo de dicho manual, se establecen siete pautas de la Guía para la administración energética de ENERGY STAR adaptada a casas de culto, en donde se acentúa la entrega de recursos que ayuden a las congregaciones a fortalecer la administración financiera, energética y ambiental del recinto en el que llevan a cabo sus actividades (ENERGY STAR, 2018).

Debido a lo descrito anteriormente, es notorio que la eficiencia energética es una opción a tomar en cuenta para la reducción de energía y la búsqueda de ahorro monetario, pues consiste en utilizar la energía de mejor manera (CFE, 2021). Ya que, tal y como se ha presentado, por medio de cambio de hábitos, el uso de tecnologías más eficientes, o una combinación de ambos; se logra que el consumo de menos cantidad de energía, sirva para obtener los mismos resultados.

### 2.2.3 Bases sobre eficiencia energética para el sector comercial y de servicio

Uno de los inconvenientes del sector, es que engloba un gran número de entidades o establecimientos completamente diferentes entre sí, que no guardan homogeneidad entre sus actividades; ya que, tanto hay actividades en las cuales el capital humano es el principal insumo, así como aquellas en las que la calidad del servicio brindado depende de las instalaciones, tecnologías o la innovación (SENER/IEA, 2011).

Además, el consumo energético de los establecimientos contemplados en este sector, se encuentran definidos por el nivel de actividad económica, debido a que, al ser mayor, automáticamente aumenta el desarrollo comercial, así como el número de edificios y personas para el fin, mismo que repercute en el incremento de la demanda de servicios energéticos. No obstante, también otros factores como el clima, la superficie de uso, el tipo de edificación, la edad de la construcción, la calidad de la gestión energética y las mejoras en eficiencia energética, así como la madurez económica y el perfil demográfica impactan en la estructura del sector (OECD/IEA, 2014).

La problemática principal radica en la disponibilidad de información, ya que el sector de servicios en muchos balances nacionales no se considera como una categoría, por lo que no

se presenta con precisión información del consumo energético del sector y menos por actividad o servicios brindado. De hecho, tal y como se muestra en la Tabla 3, de la clasificación de edificios de servicios en países seleccionados de la IEA, el que presenta una clasificación más detalla es Estados Unidos, siendo el único que, por ejemplo, hace distinción en los establecimientos de culto religioso (OECD/IEA, 2014).

**Tabla 3.** Clasificación de edificios de servicios en países seleccionados de la IEA.

<b>CANADA</b>	<b>ESTADOS UNIDOS</b>	<b>ODYSSEE (UNIÓN EUROPEA)</b>	<b>JAPÓN</b>
Almacén de comercio	Mayorista y almacenamiento	Comercio (mayorista y al por menor)	Venta al mayoreo y menudeo
Comercio minorista	Minoristas que no sean centros comerciales		Tiendas departamentales y supermercados
Transporte y centros de almacenaje			
Cuidado de la salud y asistencia social	Cuidado de la salud (pacientes internados y externos)	Salud y sector salud	Hospitales
Servicios educativos	Educación	Educación e investigación	Escuelas
Oficinas	Oficinas	Oficinas	Oficinas y edificios
Alojamiento y servicios de comida	Hospedaje	Hoteles y restaurantes	Hoteles y posadas
	Servicios de comida		Restaurantes
	Venta de comida		
Arte, entretenimiento y recreación			Teatros y lugares de diversión
Industria cultural y de información			
	Administración pública	Administración	
	Orden público y seguridad		
	Culto religioso		
	Servicios		
	Vacantes		
Otros servicios	Otros		Otros

Fuente: Figura tomada de OECD/IEA (2014), transcrita para el presente trabajo.

En el caso de México, se detalla en el documento de SENER/IEA (2011), que la disponibilidad de información que hasta aquel momento se tenía en el país, no contaba con el detalle necesario para poder estimar el uso de energía total por subsector o por uso final. La

información disponible, estimada y faltante, con base en la revisión estadística y su análisis comparativo, se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Información disponible, estimada y faltante de los indicadores de eficiencia energética en México.

VARIABLE O INDICADOR	INFORMACIÓN DE DISPONIBLE	INFORMACIÓN ESTIMADA	INFORMACIÓN FALTANTE
Consumo de energía por usos finales		Consumo energético para iluminación	Consumo energético para climatización
Intensidad energética por valor agregado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valor agregado en pesos constantes</li> <li>- Valor agregado en dólares constantes</li> <li>- Consumo por tipo de energético del sector comercial y servicios</li> </ul>		
Consumo de energía por área	Consumo por tipo de energético usado		Superficie de los establecimientos

Fuente: Figura tomada de SENER/IEA (2011), transcrita para el presente trabajo.

En el caso de las estimaciones que se hicieron sobre el consumo energético para iluminación, se consideró el número de personas empleadas en cada instalación, suponiendo que existe una relación directa entre el número de personas y el tamaño de las empresas (SENER/IEA, 2011).

Si bien en nuestro país, según INEGI (2011), para el año 2010 en México ya se tenían 7 mil 616 asociaciones religiosas, mismas que, al menos podrían contemplar un inmueble, y de los cuales, 84 catedrales y 196 iglesias, conventos y ex conventos son de carácter históricos y puntos turísticos (SECTUR, 2016). Solamente la NOM-007-ENER-2014 evalúa la eficiencia energética de sistemas de iluminación en edificios de culto religioso (CONUEE, 2021); mientras que, la NOM-025-STPS-2008 las condiciones de iluminación en este mismo tipo de inmuebles (DOF-STPS, 2008). Por tal motivo, analizar su consumo, no solo en iluminación sino en otros usos finales, en este tipo de edificios es relevante, pues ayuda a generar las bases de estudio para los mismos.

#### 2.2.4 Consumo de energía en edificios de culto religioso

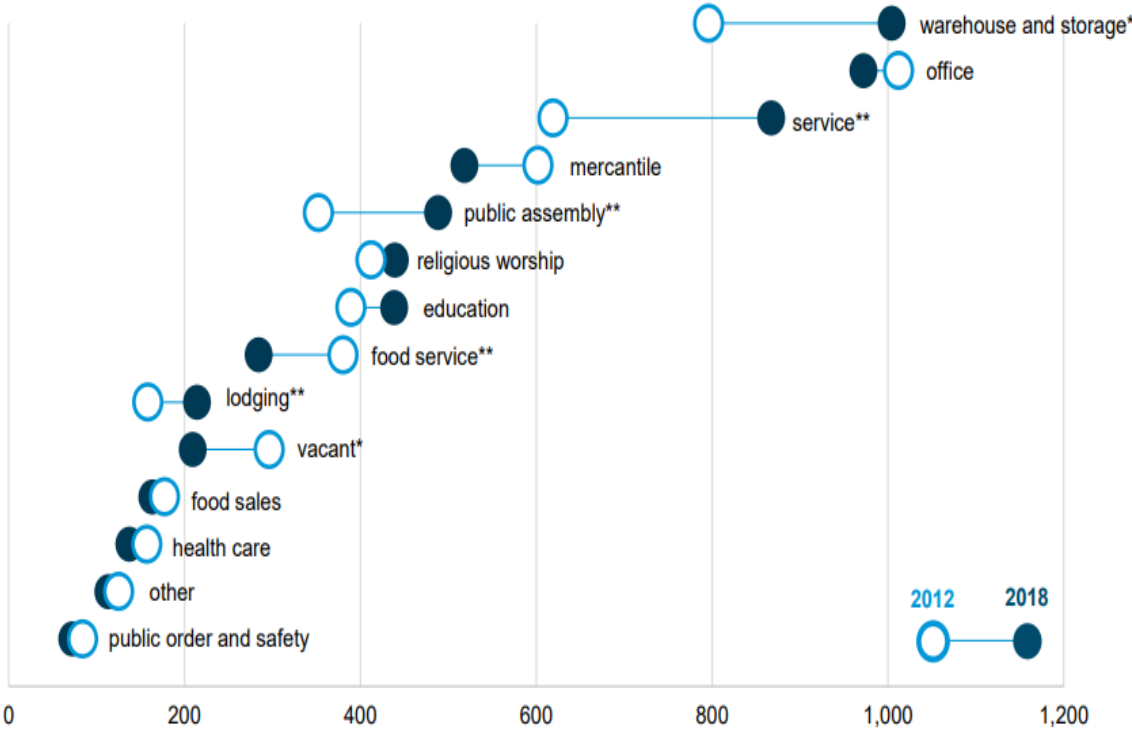
Los únicos registros encontrados con respecto a consumo energético enfocado en inmuebles destinados al culto religioso, son de Estados Unidos, tal y como se mencionó anteriormente.

Estos valores son obtenidos mediante el *Commercial Buildings Energy Consumption Survey* (CBECS) de *U.S. Energy Information Administration* (EIA), y sus resultados presentan los datos recabados a través de encuestas a todo un conjunto de edificios de índole comercial

a lo largo de Estados Unidos, dichos registros hacen referencia tanto al uso de energía consumida y a su gasto monetario equivalente, así como a las características de las edificaciones relacionadas con su consumo (EIA, 2020). Aunque ya existen datos preliminares del CBECS-2018, la mayoría de los datos que se mencionan en este trabajo pertenecen a la edición 2012, que terminó de presentarse al público hasta el año 2017.

Con los datos preliminares del CBECS-2018 que se tienen, se puede observar en la Figura 7 que dentro del conjunto de edificaciones encuestadas para el CBECS-2018 y el CBECS-2012, el número de ellas que se enfoca al culto religioso incrementó ligeramente, ya que según los datos presentados para el CBECS-2018 se tiene considerados 439 mil inmuebles, mientras que el CBECS-2012 registró 412 mil; añadiendo aproximadamente 27 mil edificios a la estadística para la nueva edición de CBECS (EIA, 2020). Una vez mencionado esto, es posible pensar que los indicadores que se obtengan en el CBECS-2018 sobre edificios de índole religioso, puedan ser similares a los presentados en la edición 2012.

**Figura 7.** Número de edificios comerciales, medido en miles, según su principal actividad productiva.



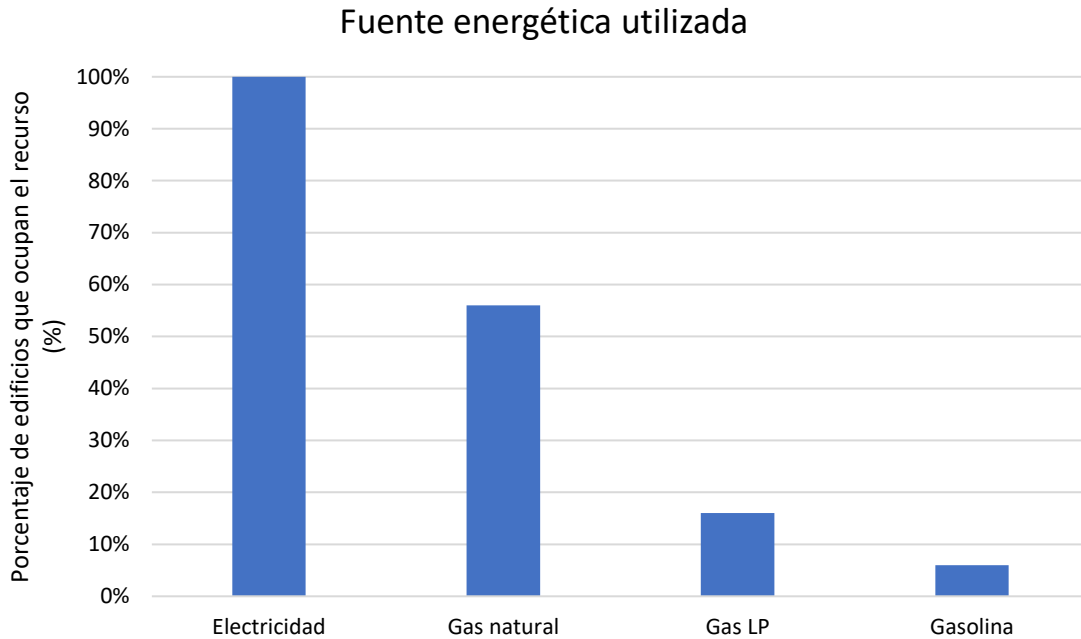
\* Change is statistically significant at the 90% confidence level.  
 \*\* Change is statistically significant at the 90% and 95% confidence levels.

Fuente: Figura tomada de EIA (2020).

En cuanto a los resultados, se encontró lo siguiente con respecto a los 412 mil edificios, equivalentes a 423.36 millones de metros cuadrados, que fueron censados en el CBECS-2012:

- Todos emplean electricidad para su funcionamiento; sin embargo, también 56% utilizan gas natural, 16% usan gas LP y 6% gasolina (Figura 8) (EIA, 2016a).

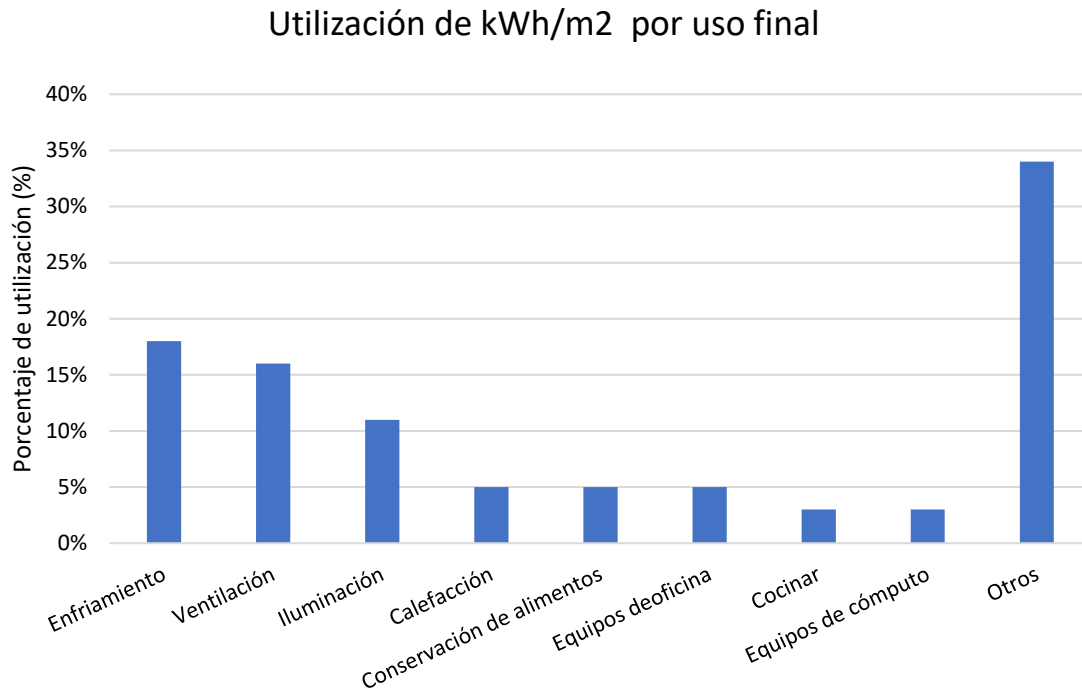
**Figura 8.** Tipo de energético utilizado para el funcionamiento de recintos de culto religioso.



Fuente: Elaboración propia con datos de EIA (2016a).

- El consumo de energía eléctrica en 2012 fue de 24 mil GWh por el conjunto de edificios (EIA, 2016b), en promedio por edificio se tuvo un consumo de 58 mil 250 kWh anuales, equivalente a 56 kWh/m<sup>2</sup>, considerando 1031 m<sup>2</sup> por inmueble (EIA, 2016c). Además, se contempla por empleado un consumo de 12.2 mil kWh al año (EIA, 2016d).
- Considerando los 56 kWh/m<sup>2</sup> por edificación, en promedio se utiliza un 18% para enfriamiento, 16% para ventilación, 11% para iluminación, 5% tanto para calefacción, como para conservación de alimentos y para funcionamiento de equipo de oficina, 3% para cocinar alimentos y para uso de equipo de cómputo. Un 34% se usa en otros equipos eléctricos para ciertos procesos, motores y compresores de aire (Figura 9) (EIA, 2016e).

**Figura 9.** Porcentaje de utilización de kWh/m<sup>2</sup> según su uso final.

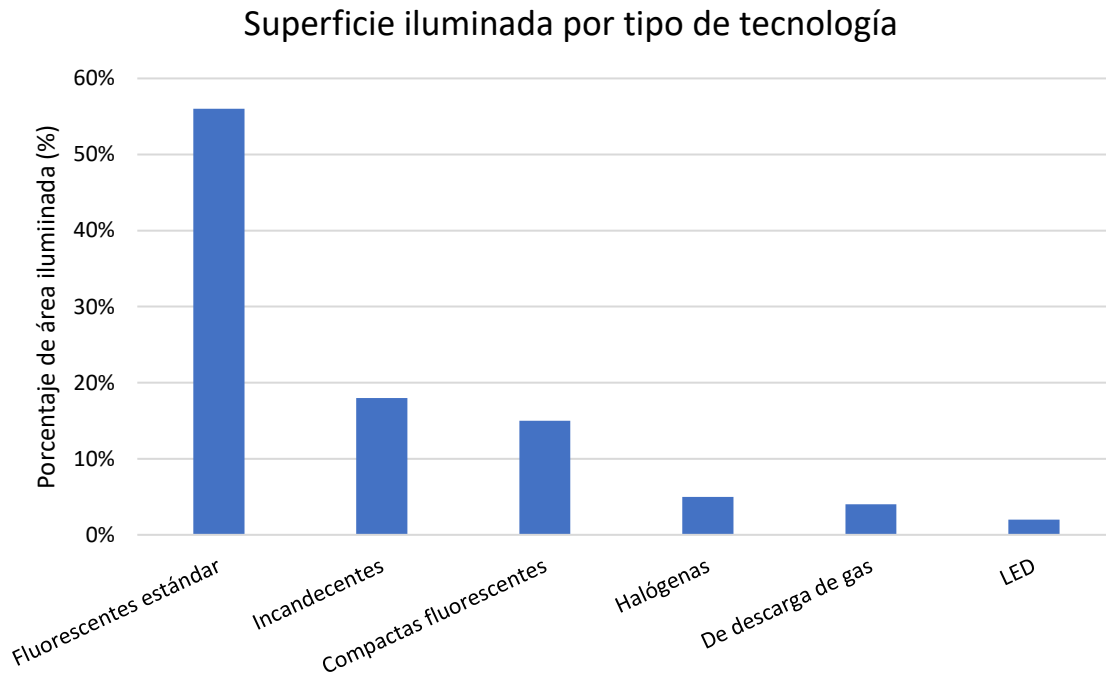


Fuente: Elaboración propia con datos de EIA (2016e).

- Los 412 mil edificios se encuentran iluminados, predominando el uso de lámparas fluorescentes estándar en 88% de ellos. Considerando que, puede existir más de un tipo de lámpara en cada edificio, entonces 253 mil tienen lámparas incandescentes, 222 mil compactas fluorescentes, 90 mil de tipo halógeno, 39 mil cuentan con lámparas eléctricas de descarga de gas y 33 mil tienen instaladas tipo LED (EIA, 2016f).
- En cuanto a la superficie iluminada por cada tipo de lámpara, se tiene que solamente 331 millones de m<sup>2</sup>, equivalente al 78% del área total contemplada en este conjunto de edificios se encuentra iluminada. De los cuales, 56% son iluminados por lámparas fluorescentes estándar, 18% por incandescentes, 15% por lámparas compactas fluorescentes, 5% por aquellas de tipo halógeno, 4% por lámparas eléctricas de descarga de gas y 2% por tipo LED (Figura 10) (EIA, 2017a).



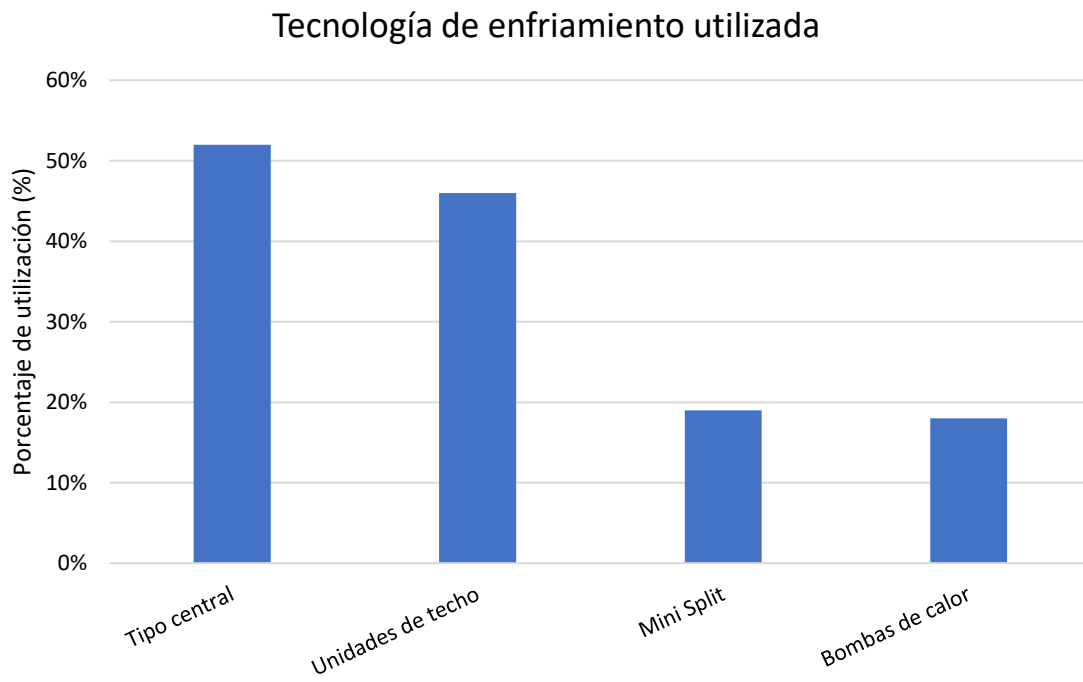
**Figura 10.** Porcentaje de área iluminada según el tipo de tecnología.



Fuente: Elaboración propia con datos de EIA (2017a).

- Para el total de edificios, en 2012 el pago por el servicio de electricidad fue de 2,513 millones de dólares USD (EIA, 2016b). Que representó un pago de 6.1 mil dólares USD por edificio, 5.92 dólares USD por metro cuadrado y 0.106 dólares USD por kWh consumido (EIA, 2016d).
- Conforme a la información relacionada con el enfriamiento, del total encuestado, 76% o 315 mil inmuebles cuentan con algún tipo de sistema de enfriamiento. Tomando en cuenta que puede existir más de un tipo de sistema de enfriamiento por inmueble, 52% tienen sistemas de tipo central, 46% cuentan con unidades empaquetadas para techo, 19% tipo mini Split y 18% por bombas de calor (Figura 11) (EIA, 2017b).

**Figura 11.** Porcentaje de utilización de tecnologías de enfriamiento.

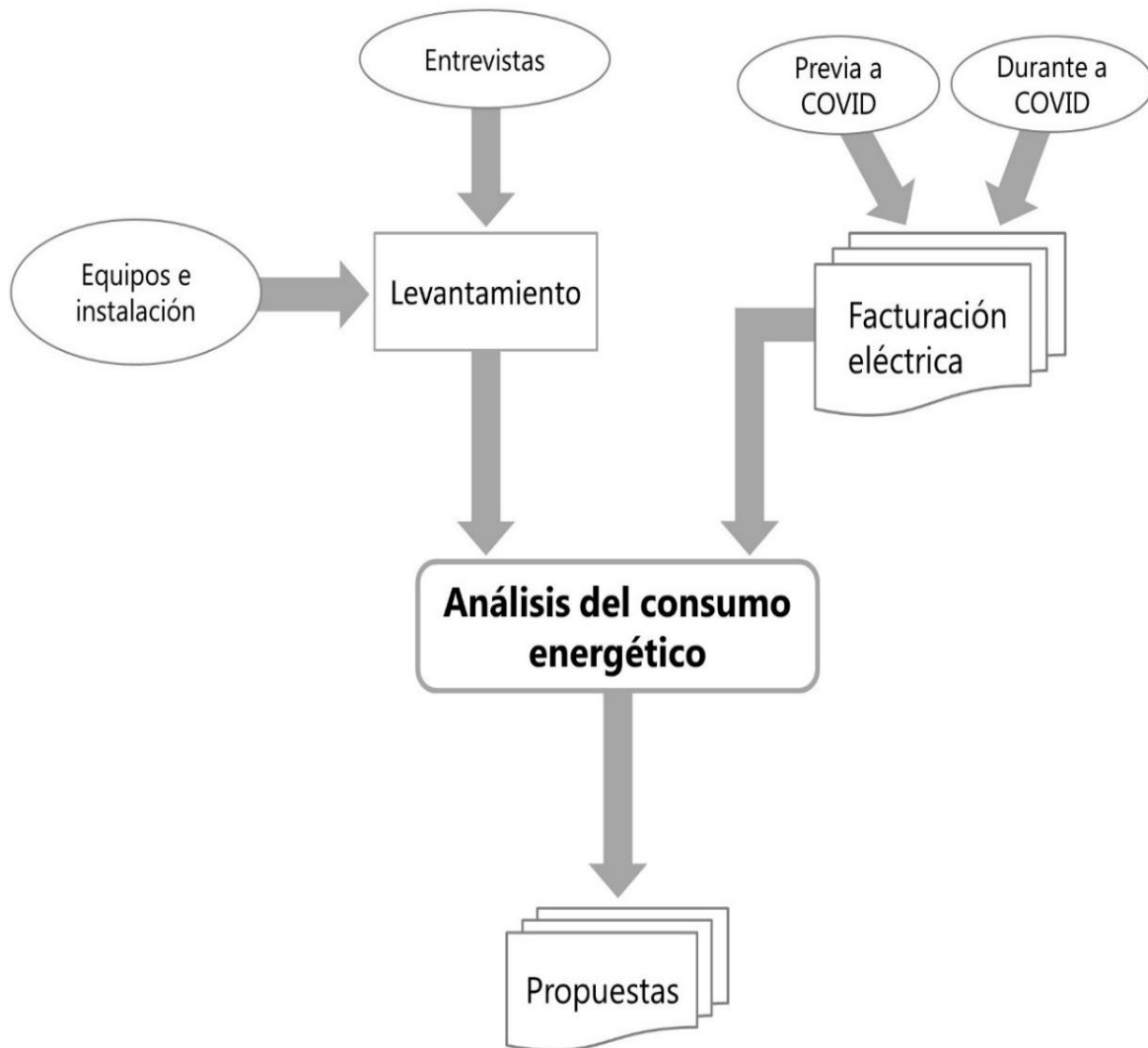


Fuente: Elaboración propia con datos de EIA (2017b).

## CAPÍTULO 3: LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DEL CONSUMO ELÉCTRICO

El presente trabajo tiene como objetivo hacer una comparación entre el consumo energético registrado previo y durante la pandemia de SARs-CoV-2 de una edificación orientada al culto religioso. El análisis derivado, se generará tanto de la facturación eléctrica recabada de dicho inmueble, así como de la información recolectada de entrevistas y de un levantamiento de los equipos eléctricos que se encuentran dentro de las inmediaciones. El diagrama del procedimiento empleado, se presenta en la Figura 12.

Figura 12. Diagrama general de la metodología.



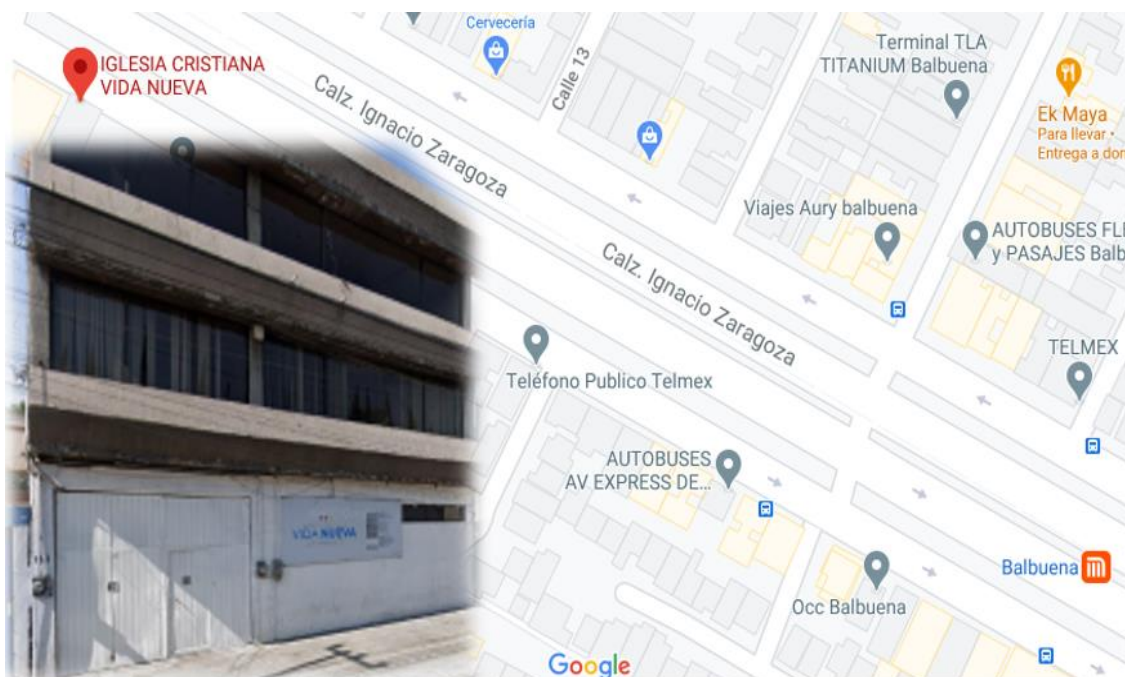
Fuente: Elaboración propia.

## 3.1 Contextualización sobre la edificación de estudio

### 3.1.1 Ubicación geográfica y reseña histórica

Con más de quince años enfocada al culto religioso, la Iglesia Cristiana Nueva Vida ubicada actualmente en la Calzada Ignacio Zaragoza 163, en la colonia Jardín Balbuena de la alcaldía Venustiano Carranza (Figura 13) al oriente de la Ciudad de México, ha tenido altibajos durante su funcionamiento desde sus inicios.

**Figura 13.** Fotografía y ubicación de la edificación.



Fuente: Figura tomada de Google Maps (2021), modificada para el presente trabajo.

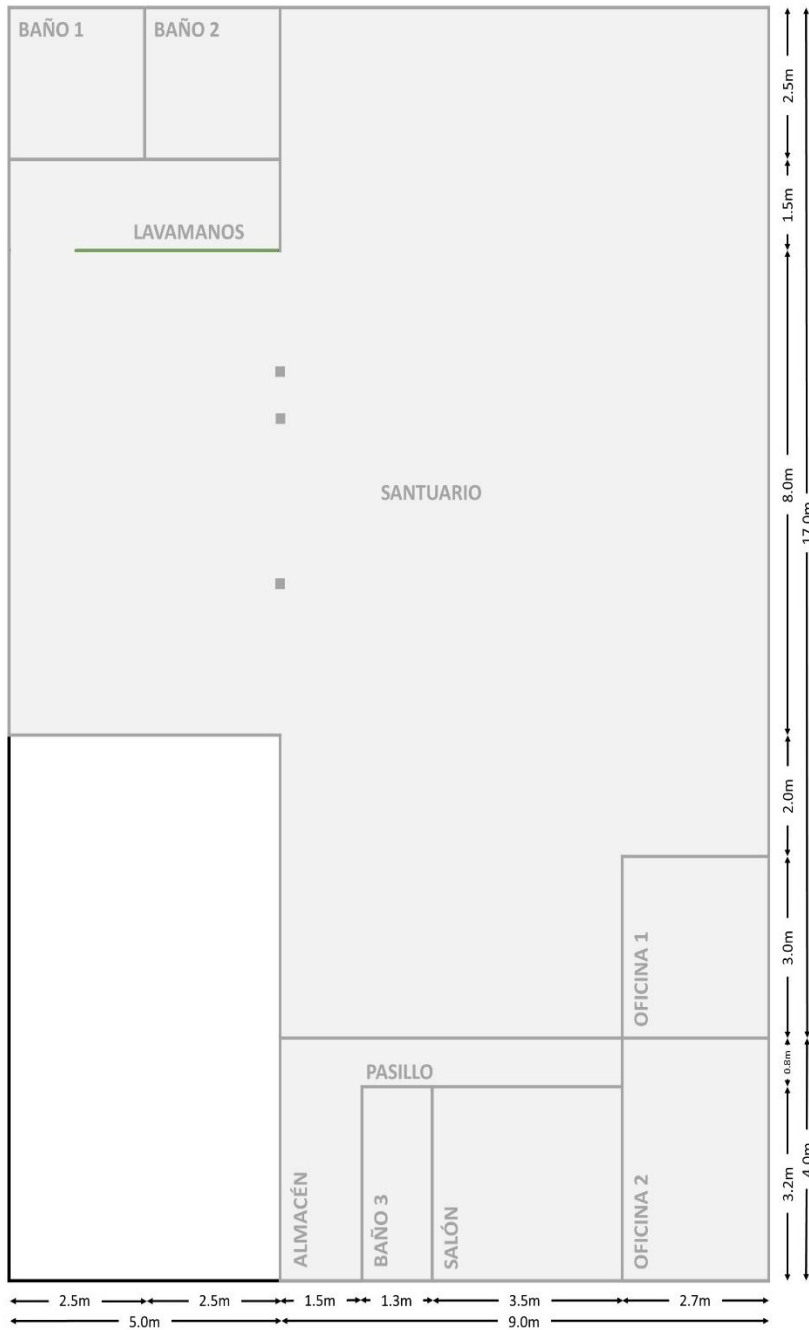
El primer reto al que se enfrentaron fue encontrar un lugar accesible y propicio para su establecimiento, ya que previo a su locación actual, tardaron un año en poder asentarse, esto debido al incremento de asistentes, por lo que siempre debían moverse a otro lugar más grande.

Una vez que lograron llegar a la dirección en la que se encuentran, por más de seis meses solo tuvieron la oportunidad de rentar el segundo piso del edificio; ya que, en aquel momento la planta baja estaba rentada para ser usada como gimnasio y había oficinas en el primer piso. Por lo que la mayor parte de personas de la tercera edad dejaron de ir, debido a la incomodidad que se les presentaba al subir las escaleras para la congregación.

Una vez que se desocupó la planta baja el 15 de enero de 2006, la comenzaron a rentar, por lo que su aforo incrementó y han ido trabajado en las mejoras del establecimiento, desde

el acondicionamiento del espacio hasta el análisis y modificación del sistema eléctrico, hidráulico y de drenaje del lugar; dando lugar a la configuración del inmueble mostrado en la Figura 14.

**Figura 14.** Configuración del inmueble.



ÁREA	(m <sup>2</sup> )
Almacén	6.00
Baño 1	6.25
Baño 2	6.25
Baño 3	4.16
Lavamanos	7.50
Oficina 1	8.10
Oficina 2	10.80
Pasillo	3.84
Salón	11.20
Santuario	184.90
<b>Total</b>	<b>249.00</b>

Fuente: Elaboración propia por medio de información recopilada en el levantamiento.

### 3.1.2 Descripción de actividades y horarios de uso previo a la pandemia

De acuerdo a la información brindada por el director del centro, al llegar a su actual dirección, se tenía contratado un servicio trifásico de electricidad, debido a que anteriormente el edificio había sido usado como talleres de maquila y nunca se había hecho una modificación, ni al contrato ni a la instalación eléctrica interna. Sin embargo, a pesar de tener este servicio contratado, se percataron que el sistema interno estaba en muy mal estado, porque al incorporar un mayor número de dispositivos eléctricos siempre las protecciones del sistema se accionaban, debido a que se sobrecargaban los circuitos definidos en aquel momento.

El cambio de contrato, la reestructuración del sistema y la renovación de equipos duró 6 años, hasta que lograron regularizar el sistema eléctrico del lugar en todos los sentidos. Entre los problemas que aún se conservan es el referente a picos de voltaje proveniente del suministro de energía; por lo que se instaló un sistema supresor de picos. Sin embargo, una vez regularizado el sistema, la demanda energética aumentó debido al número de dispositivos instalados; por lo que se ha ido reestructurando poco a poco de acuerdo al consumo.

Conforme al conteo del director respecto al total de personas que acudían y al horario de uso del centro, previo al cierre debido a la pandemia, se recabó la siguiente información.

Como se observa en la Tabla 5, el mayor aforo durante la semana se tenía los días domingo de 11:00 a 13:30 horas, debido al servicio principal que se brinda, en el cual se reunía hasta un máximo de 250 personas, de las cuales aproximadamente 50 eran niños y el resto adultos. Aunque, en ciertos días como aniversarios, celebración o algunos días feriados, el centro llegó a recibir hasta 400 personas al mismo tiempo.

**Tabla 5.** Utilización diaria del inmueble por número de personas y por horas previo a pandemia.

<b>DÍA DE LA SEMANA</b>	<b>NÚMERO DE PERSONAS</b>	<b>HORAS DE FUNCIONAMIENTO</b>
<i>De lunes a viernes</i>	20 personas	De 9 a 14 horas
	40-50 personas	De 19 a 22 horas
<i>Sábados</i>	20 personas	De 9 a 18 horas
<i>Domingos</i>	20 personas	De 8 a 11 horas
	250 personas	De 11:00 a 13:30

Fuente: Elaboración propia por medio de información recopilada de entrevistas.

No obstante, es importante notar, que las horas de uso entre los días no son comparables, pues se observa que, aunque los domingos acudía la mayor parte de la gente, el horario de funcionamiento es de máximo 4 horas y media; mientras que, de lunes a viernes se utilizaba aproximadamente 8 horas con un máximo de 50 personas por las noches, y los sábados el aforo se mantiene constante en 20 personas, pero durante 9 horas a lo largo del día.

Previo a la pandemia, y debido al creciente aforo, comenzarían a ofrecer dos servicios los domingos, uno de 8:00 a 11:00 horas; mientras que el otro iba a continuar teniendo el mismo horario, esto con el fin de poder atender a un mayor número de gente.

### **3.1.3 Descripción de actividades y horarios de uso durante la pandemia**

Así como muchos establecimientos que ofrecen algún tipo de servicio, este no fue la excepción y tuvo un cambio radical en su manera de trabajar. Primeramente, en cuanto al número de personas que asistían, de abril a mayo de 2020 tuvieron que reducir un 50% el aforo total; sin embargo, a finales de mayo y hasta septiembre cerraron completamente. Durante octubre y noviembre del mismo año solamente aceptaron 50 personas por servicio, y a finales de noviembre decidieron volver a cerrar por el repunte de casos hasta su reapertura en marzo de 2021, contemplando únicamente un 30% del aforo total, mismo que para ser cumplido se agenda a principios de semana vía remota.

A partir de finales mayo, y debido al cierre total de las instalaciones, comenzaron a brindar sus servicios particulares o en grupos no mayores de 100 personas por medio de una plataforma en línea, siendo esta un gasto adicional que no tenían contemplado. No obstante, han tenido ahorros en cuanto al pago de servicios y eventos principales del centro, como su aniversario, días festivos o evangelizaciones.

## **3.2 Registro de equipos eléctricos e instalaciones**

Durante el levantamiento llevado a cabo en la edificación de estudio, se registraron diversos equipos eléctricos que se clasificaron por sus usos finales en equipos de Climatización, Iluminación y Misceláneos. A continuación, en la Tabla 6 se describen los datos de placa de cada equipo registrado, así como se muestra en la Figura 15, algunos de los equipos en su ubicación dentro del inmueble.

Tabla 6. Tabla de equipos y datos de placa.

	EQUIPO	CANTIDAD	MARCA	MODELO	ALIMENTACIÓN	POTENCIA	ANTIGÜEDAD	OTRO
<b>CLIMATIZACIÓN</b>								
a	Sistema Minisplit Carrier	2	Carrier	Condensador: 38PCR2434-C Evaporador: 40PRC2434-E	220-230V	2175W (fría)	5	24000Btu/h (R-410)
b	Ventilador	5	Confort Zone	PowerCurve	120V 60Hz	45W	7	9 pulgadas
<b>ILUMINACIÓN</b>								
c	Lámpara reflector/estrobeo	6	Steren	PAR-030	85-240V 50/60Hz	18W	4	
d	Lámpara de emergencia	1	Sanelec	2204	127V 60Hz	3W	3	450lm (90 LEDs)
e	Lámpara fluorescente compacta (23W)	8	Hayells	MINI-LYNNX Espiral	127V 60Hz	23W	5	0.362A
f	Lámpara empotrable	5	JWJ	JLP-X	127V 60 Hz	3W	2.5	6500K dirigible
g	Luminario LED rectangular	4	JWJ	JLGS-40	100-240V 50/60Hz	40W	2.5	2800lm
h	Lámpara tipo reflector	13	SunLite	35MR26	120V 60Hz	35W	9	3200K
i	Lámpara tipo T8	5	Philips	F32T8/TL841/ALTO (800 SERIE)	127V 60Hz	32W	10	2850lm
j	Balastro para T8	5	Philips	RES-2P32-N	127V 60Hz	Factor de Balastro: 0.87		
k	Lámpara LED	6	Eveready	EVM6EGAJ	110-130V 50/60Hz	8W	2	800lm
l	Lámpara fluorescente compacta (13W)	1	Great Value Terra	GVASP-C-13W 3396-432	127V 60Hz	13W	10	260mA
m	Lámpara incandescente	1	Osram	Bellalux T55 E26	125V 60Hz	60W	13	1000 horas
<b>MISCELÁNEOS</b>								
n	Proyector de video	2	Epson	PowerLite V11H981020	100-240V 50/60Hz	345W	6	
o	Pantalla de proyección	2	Steren	PRO-010	120V 60Hz	500W	6	84" 1720x1300mm
p	Bocina	6	AudioBahn	PMS-15AER	125V 60Hz	200W	7	
q	Control de sonido con ecualizador	1	Dbx	2031	110-230V 60Hz	15W	5	3.4kg
r	Refrigerador Metalfrio	1	Metalfrio	VN50RBM003	127V 60Hz	825W	10	492 litros (R134a 0.32kg)
s	Refrigerador Hisense	1	Hisense	RR63D6WGX	115V 60Hz	92W	3.5	7 pies (R600a 33g)
t	Horno de microondas	1	LG	MS1443SWM/00	127V 60Hz	1450W	2.5	
u	Pantalla de televisión 48"	2	Samsung	UN48JU6100	110-127V 50/60Hz	160W	4	48"
v	Pantalla de televisión 32"	1	Samsung	UN32J4350	110-127V 50/60Hz	40W	6	32"
w	Bomba de agua	1	Santul	8519	120V 60Hz	270W	7	1/2HP
x	CPU	2	Hewlett-Packard	dc5750 MT-DT PC All	90-264V 60Hz	300W	7	
y	Monitor	2	HannSpree	HSG1083	100-240V 50/60Hz	190W	5	Pantalla LDC
z	Laptop	1	Acer	V5 ZRQ	120-230V 50/60Hz	65W	5	
#	Modem	1	Sercomm	Entry34T	100-240V 50/60Hz	9.5W	4	

Fuente: Elaboración propia por medio de información recopilada en el levantamiento.



**Figura 15.** Fotografía de oficina y salón.



Fuente: Fotografía tomada en el inmueble.

Con respecto a los equipos anteriores, se debe contemplar que, por ejemplo, en cuanto a la climatización, es importante hacer notar que no se tiene ventilación natural, por lo que los ventiladores son usados durante la mayor parte del tiempo y los equipos de aire acondicionado cuando hay gran aglomeración de gente, debido a que el calor se encierra en las inmediaciones. Este mismo factor, con la pandemia de Covid-19 tomó gran relevancia en el cierre del inmueble, ya que no existe una buena renovación del aire al interior.

De igual forma, es importante mencionar que los equipos reportados en el presente trabajo, son los que forman parte del inventario del establecimiento; sin embargo, durante las congregaciones es común que se conecten otro tipo de dispositivos, ya sea musicales, de video o celulares de la audiencia. Tal y como se observa Figura 16.

**Figura 16.** Fotografía del espacio principal o santuario.

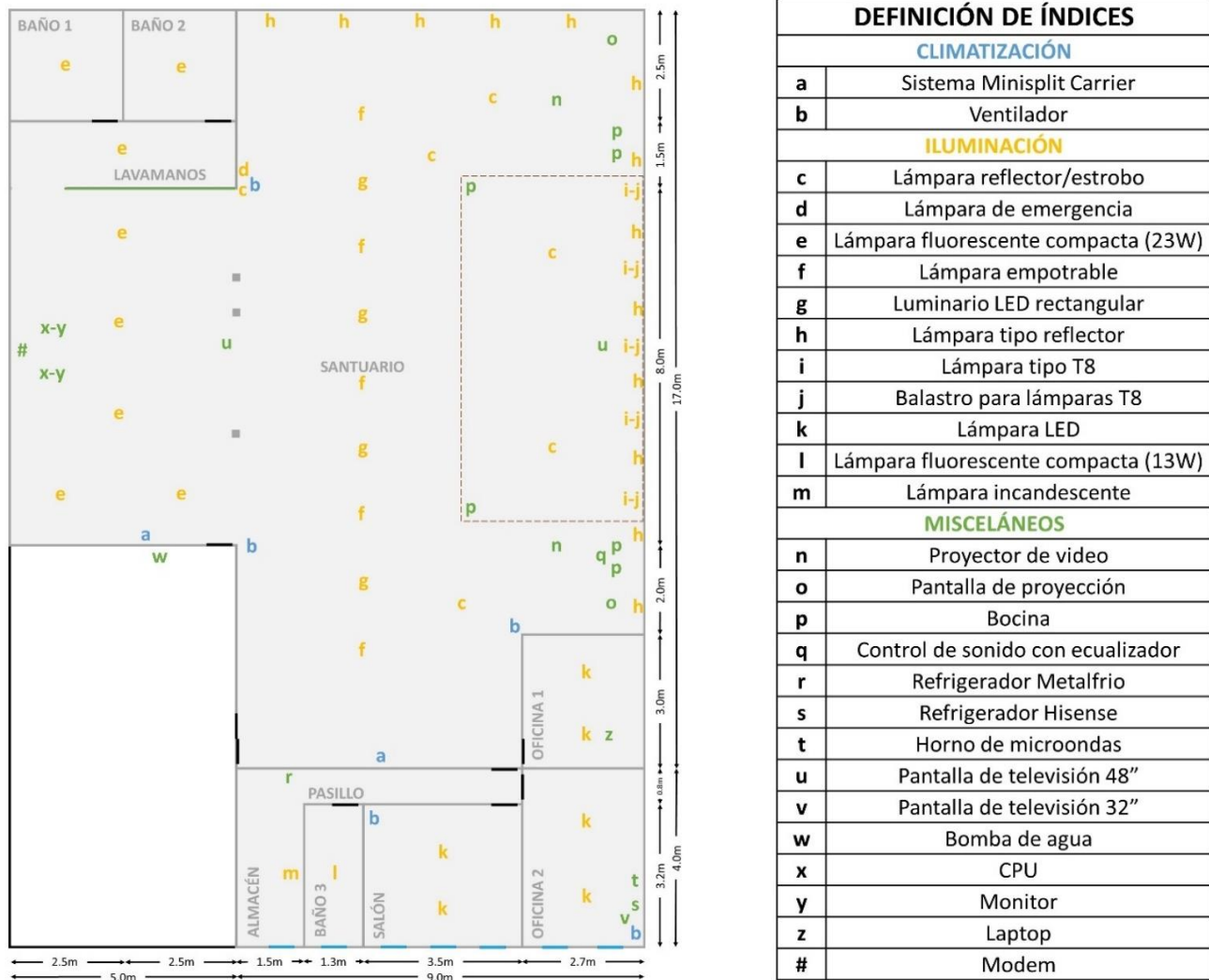


Fuente: Fotografía tomada en el inmueble.

Todos los equipos mencionados en la Tabla 6, se encuentran conectados y dispuestos a funcionamiento, para cuando el personal del recinto lo requiera. Por lo anterior, se muestra en la Figura 17 su distribución dentro del plano del inmueble.

Durante el levantamiento y registro de equipo eléctrico, fue posible percatarse del trabajo que se ha hecho con el sistema de iluminación y contactos del inmueble; ya que el mismo, se encuentra seccionado de tal forma, que se ocupé la menor cantidad de energía. El sistema de iluminación está controlado por varios apagadores, los cuales ayudan a controlar por separado los diversos sistemas de iluminación que se tienen en el lugar. Por ejemplo, en el espacio principal se tienen 6 apagadores por cada circuito de lámparas o luminario similar, motivo por el cual, las lámparas con índice f y g de la Figura 17, son las de tecnología más reciente, debido a que son las que se emplean con mayor frecuencia y por más tiempo, pues su ubicación permite la iluminación de la mayor parte del lugar.

Figura 17. Distribución de equipos eléctricos en el plano del inmueble.



Fuente: Elaboración propia por medio de información recopilada durante el levantamiento.

### 3.3 Estimación del consumo eléctrico con respecto a los equipos por bimestre, previo y durante la pandemia

#### 3.3.1 Estimación previo a la pandemia

Al conjuntar la información de las entrevistas y el levantamiento, se logró estimar el consumo semanal antes de las restricciones sanitarias impuestas por el gobierno, dicha información se presenta en la Tabla 7. Para el registro de información en esta tabla, se consideraron tres factores, el primero, que se desglosan datos previos a la pandemia; el segundo, que se contempla toda una semana de consumo, debido a que el domingo es el día de mayor actividad; y el tercero, que se contempla una semana promedio en la época de calor para la estimación de horas de uso semanales, con el fin de poder tomar en cuenta todos los equipos del levantamiento.

**Tabla 7.** Consumo energético por equipo eléctrico, durante una semana promedio en la temporada de mayor calor.

	EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW)	HORAS DE USO SEMANAL	CONSUMO SEMANAL (kWh)	CONSUMO BIMESTRAL (kWh)
<b>CLIMATIZACIÓN</b>				<b>4.58</b>		<b>88.25</b>	<b>767.78</b>
a	Sistema AC Minisplit Carrier	2	2175	4.35	18	78.30	681.21
b	Ventilador	3	45	0.14	55	7.70	66.99
b*	Ventilador (Ubicado en Salón y Oficina 2)	2	45	0.09	25	2.25	19.58
<b>ILUMINACIÓN</b>				<b>1.19</b>		<b>13.63</b>	<b>118.58</b>
c	Lámpara reflector/estrobe	6	18	0.11	3	0.33	2.87
d	Lámpara de emergencia	1	3	0.00	0.1	0.00	0.00
e	Lámpara fluorescente compacta (23W)	8	23	0.18	15	2.70	23.49
f	Lámpara empotrable	5	3	0.02	55	1.10	9.57
g	Luminario LED rectangular	4	40	0.16	40	6.40	55.68
h	Lámpara tipo reflector	13	35	0.46	4	1.84	16.01
i	Lámpara tipo T8 (j - Balastro FB 0.87)	5	27.84	0.14	4	0.56	4.87
k	Lámpara LED	4	8	0.03	4	0.12	1.04
k*	Lámpara LED (Ubicado en Oficina 1)	2	8	0.02	25	0.50	4.35
l	Lámpara fluorescente compacta (13W)	1	13	0.01	2	0.02	0.17
m	Lámpara incandescente	1	60	0.06	1	0.06	0.52
<b>MISCELÁNEOS</b>				<b>6.96</b>		<b>48.66</b>	<b>423.34</b>
n	Proyector de video	2	345	0.69	11	7.59	66.03
o	Pantalla de proyección	2	500	1.00	0.5	0.50	4.35
p	Bocina	6	200	1.20	20	24.00	208.80
q	Control de sonido con ecualizador	1	15	0.02	18	0.36	3.13
r	Refrigerador Metalfrío	1	825	0.83	3	2.49	21.66
s	Refrigerador Hisense	1	92	0.09	8	0.72	6.26
t	Horno de microondas	1	1450	1.45	0.5	0.73	6.35
u	Pantalla de televisión 48"	2	160	0.32	5	1.60	13.92
v	Pantalla de televisión 32"	1	40	0.04	5	0.20	1.74
w	Bomba de agua	1	270	0.27	3	0.81	7.05
x	CPU	2	300	0.60	6	3.60	31.32
y	Monitor	2	190	0.38	6	2.28	19.84
z	Laptop	1	65	0.07	30	2.10	18.27
#	Modem	1	9.5	0.01	168	1.68	14.62
<b>TOTAL</b>						<b>151</b>	<b>1310</b>
<b>SIN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>						<b>72</b>	<b>628</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del levantamiento.

Considerando la información de la tabla anterior, se puede observar que los sistemas de aire acondicionado son los que más consumo energético tienen, seguido por las bocinas, los ventiladores y los proyectores. Además, el consumo energético de varios dispositivos considerados en el rubro de misceláneos también es considerable, a pesar de su poco uso.

En el caso de las luminarias, es posible notar que, aunque en su mayoría son equipos de uso regular y constante a lo largo de varias horas, su consumo energético no es tan significativo, a excepción de las luminarias LED rectangulares.

Tomando en cuenta la información de la Tabla 7, y que un mes cuenta con 4.35 semanas aproximadamente, se estima que, durante el bimestre de mayor calor, que abarca aproximadamente cada año del 20 de abril al 24 de junio, el consumo promedio de energía ronda los 1310 kWh. Asimismo, eliminando el uso de los equipos de aire acondicionado, se obtiene un consumo de 628 kWh, mismos que se supondría equivalen al consumo que se podría facturar en el bimestre más frío de un año previo al Covid-19.

### 3.3.2 Estimación durante la pandemia

Al imponerse las medidas sanitarias para evitar el contagio de SARS-CoV-2, a partir de abril de 2020 el cierre total o parcial de establecimientos comenzó. En el caso de este establecimiento, el uso de equipos eléctricos disminuyó casi al mínimo, siendo la estimación del consumo semanal el mostrado en la Tabla 8.

Como se observa en la Tabla 8, el uso de los sistemas de climatización ha sido nulo, debido al efecto que este puede tener en la propagación del virus; aunque, otros equipos como las bocinas, los proyectores de video y los equipos de cómputo siguen ubicados a la cabeza en cuanto al consumo energético semanal del establecimiento. Esto principalmente se debe, al hecho que, si bien la gente dejó de ir al inmueble, se siguió usando para transmitir de ahí las actividades.

Considerando, tanto los valores de la Tabla 8, así como la equivalencia de 4.35 semanas por mes, se obtuvo una estimación promedio de 228 kWh consumidos por bimestre durante la pandemia, y debido a que las condiciones del establecimiento han cambiado conforme la pandemia ha avanzado, este valor podría fluctuar según las horas de uso de los equipos.

**Tabla 8.** Consumo energético de equipos eléctricos durante la pandemia.

	EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL INSTALADA (kW)	HORAS DE USO SEMANAL	CONSUMO SEMANAL (kWh)	CONSUMO BIMESTRAL (kWh)
<b>CLIMATIZACIÓN</b>				<b>4.58</b>		<b>1.12</b>	<b>9.74</b>
a	Sistema AC Minisplit Carrier	2	2175	4.35	0	0.00	0.00
b	Ventilador	3	45	0.14	8	1.12	9.74
b*	Ventilador (Ubicado en Salón y Oficina 2)	2	45	0.09	0	0.00	0.00
<b>ILUMINACIÓN</b>				<b>1.19</b>		<b>5.77</b>	<b>50.20</b>
c	Lámpara reflector/estrobo	6	18	0.11	3	0.33	2.87
d	Lámpara de emergencia	1	3	0.00	0.1	0.00	0.00
e	Lámpara fluorescente compacta (23W)	8	23	0.18	8	1.44	12.53
f	Lámpara empotrable	5	3	0.02	8	0.16	1.39
g	Luminario LED rectangular	4	40	0.16	8	1.28	11.14
h	Lámpara tipo reflector	13	35	0.46	4	1.84	16.01
i	Lámpara tipo T8 (j Balastro FB 0.87)	5	27.84	0.14	4	0.56	4.87
k	Lámpara LED	4	8	0.03	2	0.06	0.52
k*	Lámpara LED (Ubicado en Oficina 1)	2	8	0.02	4	0.08	0.70
l	Lámpara fluorescente compacta (13W)	1	13	0.01	0.5	0.01	0.09
m	Lámpara incandescente	1	60	0.06	0.2	0.01	0.09
<b>MISCELÁNEOS</b>				<b>6.96</b>		<b>19.34</b>	<b>168.26</b>
n	Proyector de video	2	345	0.69	4	2.76	24.01
o	Pantalla de proyección	2	500	1.00	0.5	0.50	4.35
p	Bocina	6	200	1.20	4.5	5.40	46.98
q	Control de sonido con ecualizador	1	15	0.02	4.5	0.09	0.78
r	Refrigerador Metalfrio	1	825	0.83	0	0.00	0.00
s	Refrigerador Hisense	1	92	0.09	2	0.18	1.57
t	Horno de microondas	1	1450	1.45	0.15	0.22	1.91
u	Pantalla de televisión 48"	2	160	0.32	5	1.60	13.92
v	Pantalla de televisión 32"	1	40	0.04	5	0.20	1.74
w	Bomba de agua	1	270	0.27	1	0.27	2.35
x	CPU	2	300	0.60	6	3.60	31.32
y	Monitor	2	190	0.38	6	2.28	19.84
z	Laptop	1	65	0.07	8	0.56	4.87
#	Modem	1	9.5	0.01	168	1.68	14.62
<b>TOTAL</b>						<b>26</b>	<b>228</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del levantamiento.

### 3.4 Análisis de la facturación

El inmueble tiene contratada una tarifa PDBT, correspondiente a pequeña demanda de hasta 25 kW mensuales en baja tensión. Mismo que se analizó a lo largo 3 años y medio, desde el primer bimestre de 2018 hasta el tercero de 2021.

En la Tabla 9, se observa cómo es que el año 2019 se presentaron los valores más altos, siendo notorio el aumento en el consumo de abril a agosto, pues son los meses de mayor temperatura por la temporada de verano. No obstante, el segundo bimestre de 2020, que aún podía contemplarse previo a la pandemia, mostró un alza de 14% y 41% con respecto a los valores registrados en la facturación de 2019 y 2018 respectivamente. Por lo anterior, de no haber ocurrido la pandemia, se esperaba tener un consumo eléctrico mayor durante el tercero y cuarto bimestre del 2020, más que nada por ser los meses de calor y el incremento de asistentes, que, a su vez, conlleva a usar más equipos eléctricos, tanto para funcionamiento como para climatización.

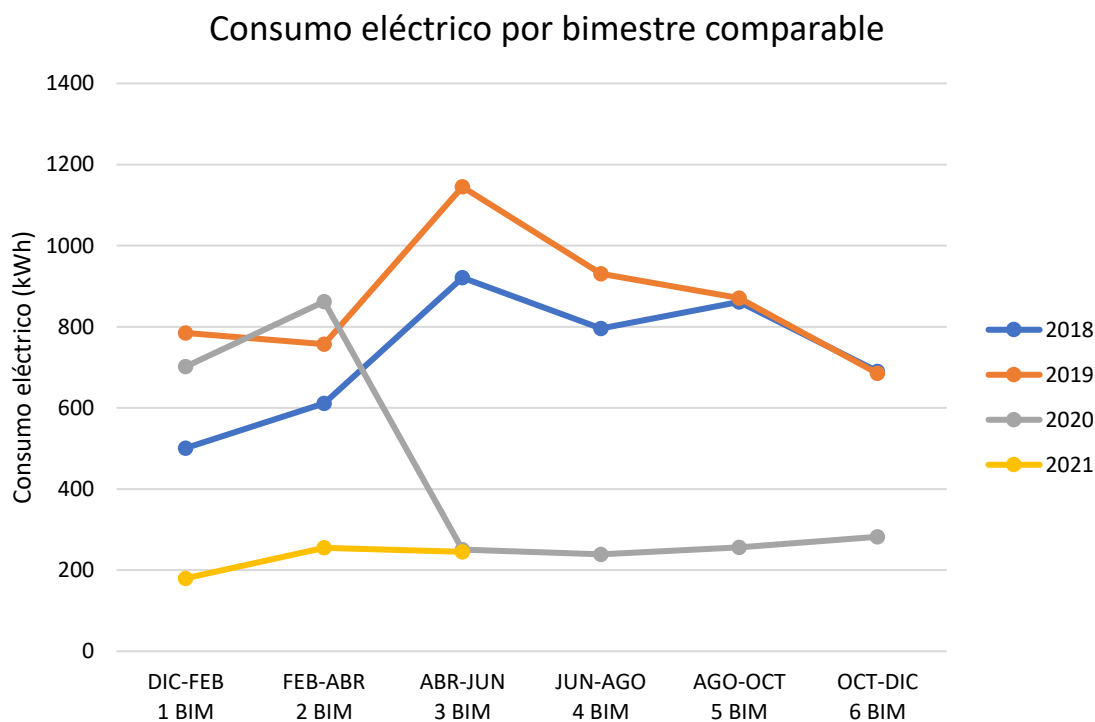
**Tabla 9.** Consumo de energía eléctrica bimestral (kWh) de 2018 a 2021.

# BIMESTRE	MES COMPARABLE	Consumo de energía bimestral (kWh)			
		2018	2019	2020	2021
1 BIM	DIC-FEB	501	785	702	180
2 BIM	FEB-ABR	611	757	862	255
3 BIM	ABR-JUN	921	1145	251	245
4 BIM	JUN-AGO	796	931	239	
5 BIM	AGO-OCT	861	871	256	
6 BIM	OCT-DIC	690	685	282	

Fuente: Elaboración propia con datos de la facturación eléctrica.

La tendencia trazada por los datos se hace más evidente en la Figura 18, en donde, como ya se mencionó, lo primero que se logra distinguir es el pico de consumo que se tiene durante el segundo bimestre tanto de 2019 como de 2018, debido a la temporada de calor y al incremento en el uso del sistema de climatización. No obstante, también se hace notar la caída drástica que se tiene en el mismo periodo durante 2020, debido al cese de actividades derivado de las restricciones sanitarias; y como es que se tuvo una tendencia a la baja posterior al segundo bimestre de 2020, la cual prácticamente se ha mantenido hasta la fecha. Esto tiene mucha lógica, debido a que el establecimiento ha tenido con poca actividad durante la pandemia.

**Figura 18.** Consumo eléctrico en periodos comparables de 2018 a 2021.



Fuente: Elaboración propia.

Como segundo punto, se observa el aumento del consumo con respecto al tiempo, haciéndose notorio durante 4 de los 6 bimestres de 2019 contra los de 2018. Aunque hay que puntualizar, que el consumo tanto del quinto como del sexto bimestre de estos mismos años, fue prácticamente el mismo; lo cual, nos hace pensar dos cosas, en primera instancia, que el cambio de equipos de iluminación por unos más eficientes tuvo el impacto que esperaban en el consumo; mientras que, por otro lado, al contemplar meses un poco más frío, a pesar del incremento de asistentes al recinto religioso, el uso de los sistemas de aire acondicionado puede compensarse con el uso continuo de los ventiladores.

En la Tabla 10, que hace referencia a los montos pagados por bimestre, se observa un comportamiento similar a lo que ya se mencionó en la Tabla 9 y Figura 18, tanto en la tendencia que se había dibujado previo a la pandemia, como en la constancia proyectada durante toda la pandemia.



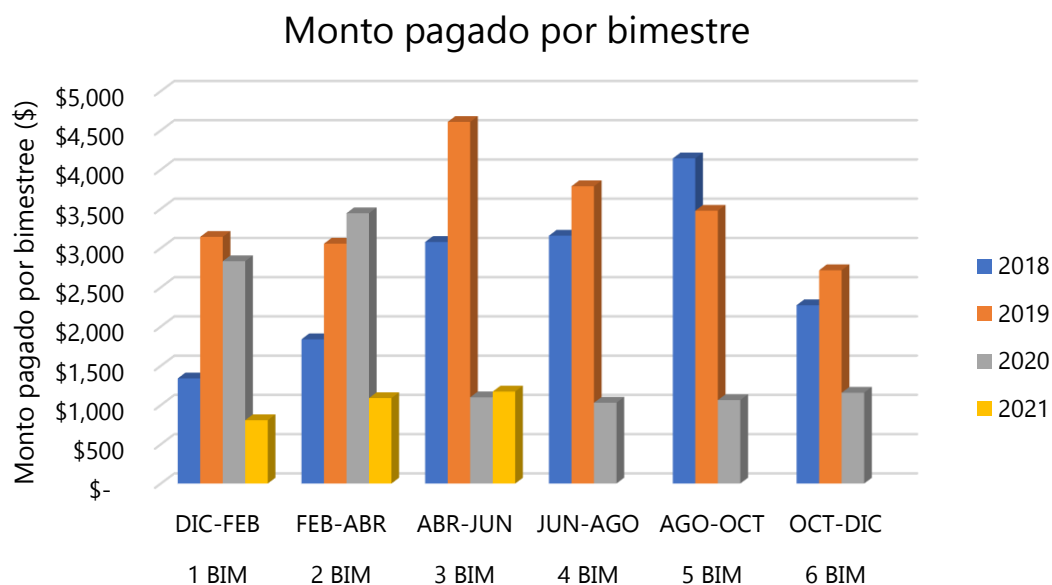
**Tabla 10.** Monto pagado por consumo de energía bimestral (\$ MXN).

# BIMESTRE	MES COMPARABLE	Monto pagado por consumo de energía bimestral (\$ MXN)			
		2018	2019	2020	2021
1 BIM	DIC-FEB	\$ 1,339	\$ 3,143	\$ 2,833	\$ 807
2 BIM	FEB-ABR	\$ 1,838	\$ 3,057	\$ 3,444	\$ 1,089
3 BIM	ABR-JUN	\$ 3,078	\$ 4,608	\$ 1,099	\$ 1,172
4 BIM	JUN-AGO	\$ 3,158	\$ 3,788	\$ 1,030	
5 BIM	AGO-OCT	\$ 4,143	\$ 3,476	\$ 1,063	
6 BIM	OCT-DIC	\$ 2,272	\$ 2,718	\$ 1,157	

Fuente: Elaboración propia.

Adicional a lo anterior, al visualizar la Figura 19 es posible percatarse de algunos puntos relacionados con el pago de la tarifa, ya que, aunque se sabe el costo del servicio eléctrico incrementa conforme pasan los años, es importante observar que, por ejemplo, entre el primer bimestre del 2018 y el último considerado de 2021, la diferencia solamente fue de \$167 MXN, a pesar de que, el consumo entre ambos bimestres difiere un 49%, ya que en el bimestre de 2018 se consumieron 501 kWh, comparado con 245 kWh del bimestre de 2021. Este cambio principalmente se debe al aumento en el precio del kWh, que pasó de \$2.017 MXN en el primer bimestre de 2018 a \$3.190 MXN en el tercer bimestre de 2021 (CFE, 2021). Aunque este incremento se sabe es paulatino, no se encontraron referencias bibliográficas que sustenten el aumento, o muestren una relación que defina las modificaciones sobre el cobro por kWh año tras año, según las tarifas eléctricas existentes.

**Figura 19.** Monto bimestral pagado por consumo de electricidad en periodos comparables de 2018 a 2021.



Fuente: Elaboración propia.

Esto lleva a reflexionar sobre la situación que actualmente se vive, porque si bien es cierto, la energía siempre tiene incrementos en costo, la economía de muchos establecimientos se ha visto menguada por las restricciones sanitarias, y aunque los aumentos son paulatinos, para gente que ha visto deteriorada su economía, estos incrementos pueden ser de gran impacto.

### **3.5 Cumplimiento de la normatividad relacionada con el consumo y desempeño energético vigente en México**

En los apartados anteriores de este capítulo, se describen los dispositivos eléctricos conectados comúnmente en el inmueble, su consumo energético estimado previo y durante la pandemia; así como, el consumo reflejado en la facturación eléctrica, desde el primer bimestre de 2018 hasta el tercero de 2021, mostrando las implicaciones energéticas que el confinamiento ha tenido en esta organización. Sin embargo, estos datos por si solos, únicamente nos ayudan a conocer la situación del edificio en particular, pero no, como se encuentra energéticamente hablando, con respecto a otros edificios de la misma índole o estándares definidos.

En México, a pesar de contar con políticas públicas que promueven la eficiencia energética en edificios y equipos eléctricos desde 1989, solamente la NOM-007-ENER-2014 contempla datos sobre iluminación para ser aplicados en edificios de culto religioso (CONUEE, 2021); mientras que, la NOM-025-STPS-2008 considera de manera indirecta, por medio de la suposición del usuario, los Niveles Mínimos de Iluminación para espacios definidos en edificios de culto religioso. En el caso de la NOM anterior, cabe mencionar que, a diferencia de su versión de 1994, la vigente no detalla el valor requerido por región o zona específica de un edificio utilizado para un fin definido, haciéndola más propensa a malas interpretaciones por parte de sus usuarios.

Aunque existe escasez en la normatividad que regula a los edificios de culto religioso en el país, estas nos dan un parámetro de comparación y un punto de referencia del edificio, por lo que, a lo largo de esta sección, se describe si es que, bajo la NOM-007-ENER-2014 o la NOM-025-STPS-2008, el edificio en estudio cumple o no con la normativa vigente establecida.

#### **3.5.1 NOM-007-ENER-2014**

Tomando en cuenta los valores especificados en la NOM, podemos definir y comparar los datos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), que relaciona la potencia total instalada para alumbrado en Watts por unidad de superficie en metro cuadrado de cada espacio de un lugar o en conjunto. En la Tabla 11, se muestran los valores de interés registrados en dicha NOM para este trabajo.

**Tabla 11.** Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) por tipo de edificio o espacio.

<b>TIPO DE EDIFICIO O ESPACIO</b>	<b>DPEA (W/m<sup>2</sup>)</b>
Oficina	12.00
Oficina cerrada	11.95
Templos	14.00
Asientos de templo	16.47
Pulpito, coro (templos)	16.47
Pasillo central (templos)	6.89
Escuela	14.00
Aulas	13.35
Bodegas o áreas de almacenamiento	10.00
Bodegas	6.78
Bodegas para material frágil	10.23
Sanitarios	10.55

Fuente: Tabla tomada de DOF-SEGOB (2014) modificada para el presente trabajo.

Por su parte, en la Tabla 12, se muestra el comparativo con respecto a los datos calculados; en donde es posible observar, como que es todos los espacios, tanto separado como en conjunto, cumplen con la NOM-007-ENER-2014; siendo únicamente el Almacén, el que tuvo tanto en el cálculo como en el registro de la NOM el mismo valor. Este espacio y su valor, tienen menor relevancia con respecto a otras zonas evaluadas de la edificación, ya que, es un espacio en el cual solamente se tiene un foco incandescente, que si bien, pertenece a una tecnología poco eficiente y podría ser sustituido, sus horas de uso son casi nulas, por lo que el impacto que tiene sobre el consumo energético total del inmueble es minúsculo.

**Tabla 12.** Comparativo entre datos de la NOM-007-ENER-2014 y el registro del levantamiento.

REGISTRO DEL LEVANTAMIENTO				NOM-007-ENER-2014	
ÁREA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	POTENCIA TOTAL INSTALADA (W)	DPEA (W/m <sup>2</sup> )	VALORES REGISTRADOS	
Almacén	6	60	10.00	10	CUMPLE
Baño 1	6.25	23	3.68	10.55	CUMPLE
Baño 2	6.25	23	3.68	10.55	CUMPLE
Baño 3	4.16	13	3.13	10.55	CUMPLE
Lavamanos	7.5	23	3.07	10.55	CUMPLE
Oficina 1	8.1	20	2.47	12	CUMPLE
Oficina 2	10.8	16	1.48	12	CUMPLE
Pasillo	3.84	0	0.00	6.89	CUMPLE
Salón	11.2	16	1.43	13.35	CUMPLE
Santuario	184.9	884.2	4.78	16.47	CUMPLE
<b>TOTAL</b>	<b>249.0</b>	<b>1078.2</b>	<b>4.33</b>	<b>16.47</b>	<b>CUMPLE</b>

Fuente: Elaboración propia con valores de la Tabla 7 y Tabla 11.

### 3.5.2 NOM-025-STPS-2008

Antes de proceder con el cumplimiento de esta norma, es importante volver a reiterar que, en la versión vigente no se estipula con precisión ninguna de las áreas o espacios específicos del edificio en estudio. Por lo que, previo a mostrar los datos definidos en la versión 2008, en la Tabla 13 se presentan los niveles mínimos de iluminación de la versión de 1994.

**Tabla 13.** Niveles de iluminación por espacio según NOM-025-STPS-1994.

Áreas específicas en edificios de culto religioso o Iglesias	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
Altar, retablos	600
Coro (D) y presbiterio	200
Nave principal de la iglesia (iluminación general)	100
Sanitarios y baños	100

Fuente: Tabla tomada de DOF-STPS (1994) modificada para el presente trabajo.

Por su parte, en la Tabla 14 se muestra la información plasmada en la versión vigente de la NOM. Por lo que, para compaginar la información de la versión de 1994 y la actual, se considera que el espacio principal de la iglesia o santuario como sala de espera; mientras que los sanitarios y lavamanos, como área de trabajo en interiores, referente a 100 luxes mínimos. Para el caso de las oficinas, almacén, pasillo y salones, no hay necesidad de buscar el registro de los mismo en la versión de 1994, pues son espacio definidos en la versión de 2008.

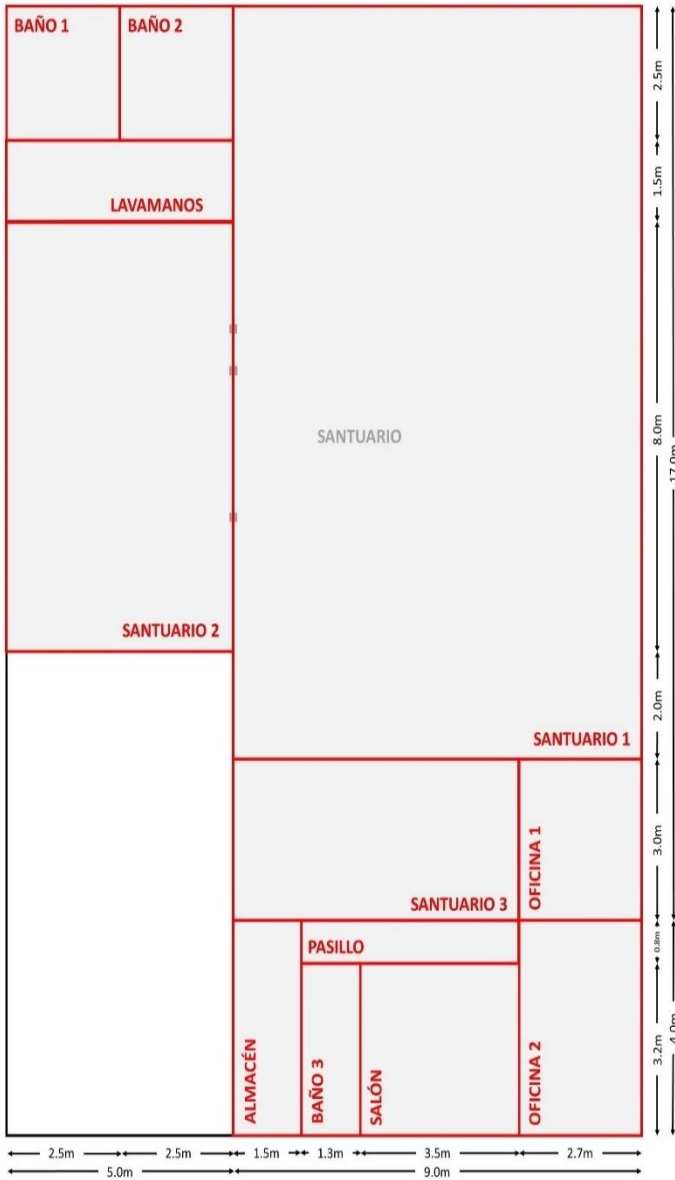
**Tabla 14.** Niveles de iluminación por espacio según NOM-025-STPS-2008.

<b>Tarea Visual del Puesto de Trabajo</b>	<b>Área de Trabajo</b>	<b>Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)</b>
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

Fuente: Tabla tomada de DOF-STPS (2008) modificada para el presente trabajo.

Para conocer si el inmueble cumple con los niveles mínimos de iluminación por espacio, este se dividió en doce zonas conforme a lo mostrado en la Figura 20. Siendo la única adecuación en el área del santuario, que se seccionó en 3 zonas rectangulares; el resto de espacios, se delimitaron por sus paredes.

Figura 20. División de áreas para medición de los niveles de iluminación.



Fuente: Elaboración propia con datos del levantamiento.

ÁREA	Ancho (m)	Largo (m)	Altura de luminaria con plano de trabajo (m)
Almacén	1.5	4	2.7
Baño 1	2.5	2.5	2.7
Baño 2	2.5	2.5	2.7
Baño 3	1.3	3.2	2.4
Lavamanos	5	1.5	2.7
Oficina 1	2.7	3	2.7
Oficina 2	2.7	4	2.7
Pasillo	4.8	0.8	2.7
Salón	3.5	3.2	2.7
Santuario 1	5	8	2.3
Santuario 2	9	14	2.3
Santuario 3	6.3	3	2.3

Procediendo conforme a lo descrito en la NOM, en la Tabla 15 se muestran los valores promedio de iluminación de cada zona calculada, y como es que, de las doce divisiones del inmueble solamente seis cumplen con lo establecido en dicha norma. Además, en la última columna de esta misma tabla, se hace mención que, nueve de las zonas, dentro de las cuales están incluidas tres de las seis que en promedio si cumplieron con la NOM, presentaron al menos una medición puntual por debajo de la norma; siendo un dato relevante, ya que, aunque cumplen como área, la adecuación de las luminarias ya existentes o la instalación de nuevas, debe ser una prioridad para el recinto.

**Tabla 15.** Comparativo entre datos de la NOM-025-STPS-2008 y el registro del levantamiento.

ÁREA	REGISTRO DEL LEVANTAMIENTO			NOM-025-STPS-2008		CON MEDICIONES PUNTUALES BAJO LA NORMA
	Índice del área (IC)	Número mínimo de zonas a evaluar	Nivel de Iluminación promedio	VALORES REGISTRADOS		
Almacén	IC < 1	4	79	50	<b>CUMPLE</b>	SI
Baño 1	IC < 1	4	196	100	<b>CUMPLE</b>	<b>NO</b>
Baño 2	IC < 1	4	134	100	<b>CUMPLE</b>	SI
Baño 3	IC < 1	4	75	100	NO CUMPLE	SI
Lavamanos	IC < 1	4	166	100	<b>CUMPLE</b>	<b>NO</b>
Oficina 1	IC < 1	4	288	300	NO CUMPLE	SI
Oficina 2	IC < 1	4	260	300	NO CUMPLE	SI
Pasillo	IC < 1	4	68	50	<b>CUMPLE</b>	<b>NO</b>
Salón	IC < 1	4	283	300	NO CUMPLE	SI
Santuario 1	1 < IC < 2	9	119	100	<b>CUMPLE</b>	SI
Santuario 2	2 < IC < 3	16	77	100	NO CUMPLE	SI
Santuario 3	IC < 1	4	62	100	NO CUMPLE	SI

Fuente: Elaboración propia con valores de la Figura 20 y Tabla 14.

Gracias a la información anterior, se sabe que, en cuanto a la iluminación del lugar, si bien el consumo total por área cumple la NOM-007, la distribución de las luminarias no es la correcta o es necesaria la conexión de un mayor número de ellas, ya que muchos espacios no alcanzan los niveles de iluminación mínimos establecidos en la NOM-025.

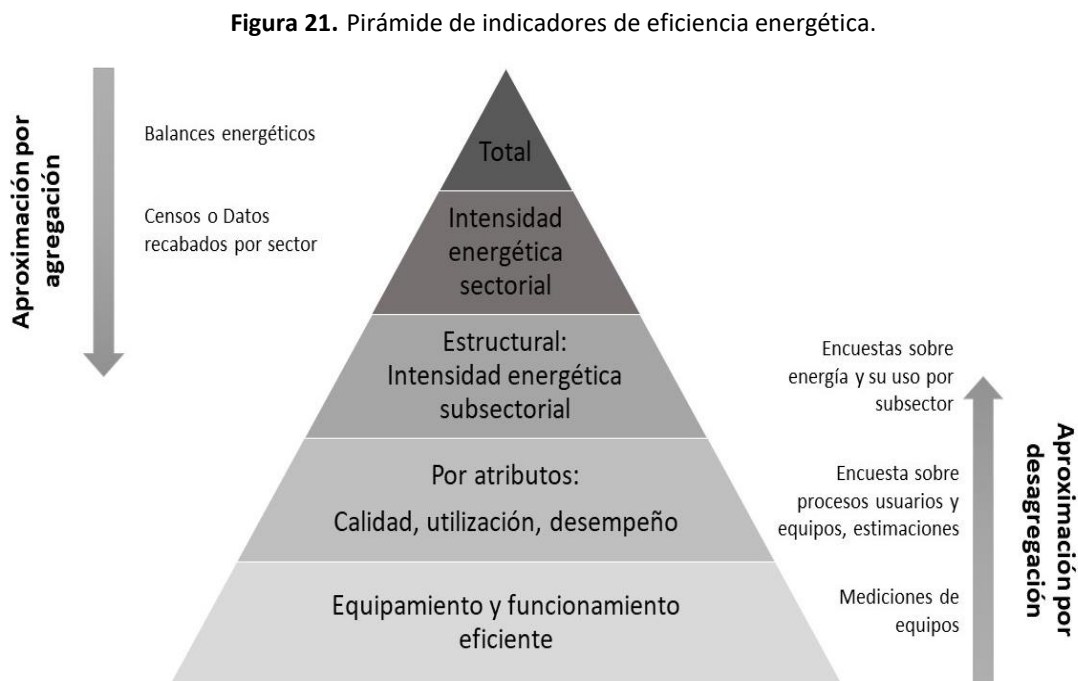
## CAPÍTULO 4: INDICADORES ENERGÉTICOS

### 4.1 Definición

Los indicadores energéticos, son herramientas estadísticas, segmentadas por sector productivo, que sirven para analizar la relación existente entre el consumo de energía y la actividad económica, humana o las emisiones de gases de efecto invernadero de una cierta actividad. Estos en su mayoría, se refieren a relaciones entre el consumo energético con respecto a otra variable; sin embargo, también se pueden expresar valores absolutos, ya sea en una unidad definida o en porcentaje (IEA, 2014). Además, son un vehículo recurrente para la generación de políticas energéticas y la implementación de sistemas de gestión; ya que buscan (CONUEE, 2018; IEA, 2014):

1. Proveer datos claros para definir tanto tendencias históricas como predicciones de desempeño.
2. Sintetizar información, otorga conocimiento suficiente para identificar dónde y cómo se consume energía y si existe un punto de oportunidad de ahorro.
3. Ser un valor estandarizado, que permita comparar tecnologías, procesos, instalaciones, sectores, países y regiones bajo un mismo concepto.

Los indicadores de eficiencia energética, se rigen bajo un esquema piramidal en el cual se contemplan indicadores con una gran desagregación o demasiado específicos, mientras que otros contemplan valores agregados o generales de toda una nación o región. Esta estructura jerárquica se muestra en la Figura 21.



Fuente: Elaboración propia con datos de Sathaye, Price, McNeil, & de la rue du Can (2010).



La pirámide al leerse de arriba para abajo, comienza con el análisis de los indicadores de consumo energético a nivel internacional de un país, zona o continente, que posteriormente se dividen por sectores productivos y se van definiendo por actividad, uso y equipo. Por otro lado, al leerla de abajo hacia arriba, los indicadores están basados en datos detallados que parten de información puntual a general (Sathaye, Price, McNeil, & de la rue du Can, 2010).

Aunque ambas lecturas rigen un mismo fin, es importante notar que, si la lectura se hace de arriba para abajo, con cada peldaño de la pirámide hay una desagregación más profunda que requiere de mayor cantidad de datos y análisis. Motivo por el cual, los estudios deben definirse a lo largo de los peldaños, para conocer el nivel de profundidad de la información a obtener y a procesar; así como, saber en qué peldaño se encuentra un estudio en el caso de generarse un indicador. Por lo que, de la pirámide anterior, se obtienen dos grupos principales de indicadores de eficiencia energética que se utilizan, aquellos basados en la intensidad energética y los otros definidos por el consumo energético.

Los primeros, generados en los peldaños superiores de la pirámide, se define como la cantidad de energía consumida a nivel total, sectorial o por actividad comparada normalmente con respecto a algún indicador económico, tal y como es el caso del PIB. Con esto se obtiene la cantidad de energía consumida, por ejemplo, de acuerdo al PIB por persona o productividad de cierta unidad de estudio, ya sea sector, localidad o país (CONUEE, 2018).

Mientras que, aquellos que se basan en el consumo energético, se definen en los peldaños inferiores pues requieren de mayor detalle e información precisa, por lo que dependerán de la actividad, entidad, organización u equipo a evaluar. Del mismo, se desprenden aquellos con los cuales se evalúa el desempeño de electrodomésticos, capacidad de calefacción o enfriamiento de equipos de climatización o de intensidad lumínica de lámparas (CONUEE, 2018).

De la anterior clasificación, se desprenden aquellos meramente económicos, técnico-económicos y de difusión tecnológica o penetración en el mercado. No obstante, en su mayoría se encuentran categorizados según el sector al cual pertenecen, ya sea industrial, transporte, comercio y servicios, residencial u otros (IEA, 2014). Para el presente trabajo, al tratarse de un edificio de congregación religiosa, se hace mayor énfasis a los relacionados con el sector terciario o de servicios y comercio.

La forma más desagregada que se encuentra en la literatura, son los indicadores de eficiencia energética presentados en la Tabla 16, propuestos en el documento de Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos de la Agencia Internacional de Energía, que contempla los principales usos finales del sector: climatización, calentamiento de agua, iluminación y otros equipos (IEA, 2014).

Tabla 16. Lista resumida de los indicadores más comunes del sector de servicios.

Indicador	Cobertura	Datos energéticos	Datos por actividad
Consumo energético para la calefacción por valor agregado	General	Consumo energético total para la calefacción	Total valor agregado
Consumo para la calefacción por superficie	General	Consumo energético total	Superficie total
	Por sistema de calefacción	Consumo energético para la calefacción con sistema $\alpha$	Superficie calentada con sistema de calefacción $\alpha$
	Por fuente de energía	Consumo energético para la calefacción con fuente de energía Z	Superficie calentada con fuente de energía Z
Consumo energético para la calefacción por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético para la calefacción para categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A
Consumo energético para el enfriamiento por valor agregado	General	Consumo energético total para el enfriamiento	Total valor agregado
Consumo energético para el enfriamiento por superficie enfriada	General	Consumo energético total para el enfriamiento	Superficie total enfriada
	Por categoría de servicio	Consumo energético para el enfriamiento por categoría de servicio $\alpha$	Superficie enfriada en categoría de servicio $\alpha$
	Por sistema de enfriamiento	Consumo energético del sistema de enfriamiento A	Superficie refrigerada con el sistema A
Consumo energético para el enfriamiento por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético para el enfriamiento en la categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A
Consumo energético para el calentamiento de agua por valor agregado	General	Consumo energético total para el calentamiento de agua	Total valor agregado
Consumo energético para el calentamiento de agua por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético para el calentamiento de agua para la categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A
Consumo para la iluminación por valor agregado	General	Consumo energético total para la iluminación	Total valor agregado
Consumo energético para la iluminación por superficie	General	Consumo energético total para la iluminación	Superficie total
	Por categoría de servicio	Consumo energético para la iluminación para categoría de servicio A	Superficie de categoría de servicio A
Consumo para la iluminación por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo para la iluminación para categoría de servicio A	Unidad de actividad de servicio en la categoría A
Consumo energético para otros equipos por valor agregado	General	Consumo energético total para otros equipos	Total valor agregado
	Por categoría de servicio	Consumo energético para otros equipos para categoría de servicio A	Valor agregado de categoría de servicio A
Consumo de otros equipos por superficie	General	Consumo energético total para otros equipos	Superficie total
Consumo energético para otros equipos por unidad de actividad	Por categoría de servicio	Consumo energético para otros equipos en la categoría de servicio A	Unidad de actividad en la categoría de servicio A

■ Calefacción de locales ■ Enfriamiento de locales ■ Calentamiento de agua ■ Iluminación ■ Otros equipos

Fuente: Figura tomada de IEA (2014), modificada para el presente trabajo.

Entre los indicadores energéticos más utilizados, se emplean los que relacionan el consumo energético, total o por uso final, con respecto a la superficie total del establecimiento (kWh/m<sup>2</sup> promedio). Para el presente trabajo, este indicador también fue el seleccionado, debido a que, la superficie del inmueble fue lo único que no cambió por la pandemia.

## 4.2 Indicadores energéticos con respecto al caso de estudio

Debido a que las únicas normas en México que delimitan a los edificios de culto religioso en este ámbito, son la NOM-007-ENER-2014 y la NOM-025-STPS-2008, con la información desglosada en el apartado 2.2.4 de este trabajo, en donde se presentan los resultados del *Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS-2012)* de *U.S. Energy Information Administration (EIA)*, se puede hacer una comparación con los datos recolectados.

Partiendo de los indicadores medidos por el CBECS-2012, y considerando que el consumo promedio por edificio de culto religioso en Estados Unidos, es de 58 mil 250 kWh anuales, el inmueble de estudio en el año 2019, que fue el año de mayor consumo, tuvo un registro en la facturación de 5 mil 174 kWh anuales; mientras que, para evaluar el periodo durante la pandemia, se consideró del cuarto bimestre de 2020 al tercero de 2021, obteniendo un consumo de mil 457 kWh anuales, siendo 3.55 veces menor al consumo anual previo a Covid-19. Esta variación de kWh/m<sup>2</sup> anuales es notoria entre cada caso en la Tabla 17.

**Tabla 17.** Comparativo entre los indicadores del CBECS 2012, la información previa y durante la pandemia del caso de estudio.

INDICADORES	CBECS 2012	ESTUDIO	
		PREVIO COVID	DURANTE COVID
kWh anuales	58,250	5,174	1,457
m <sup>2</sup>	1031	249	
<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>56</b>	<b>20.78</b>	<b>5.85</b>
ENFRIAMIENTO	10.08	8.31	0.00
VENTILACIÓN	8.96	1.72	0.25
ILUMINACIÓN	6.16	2.35	1.29
CALEFACCIÓN	2.8	0.00	0.00
CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS	2.8	0.55	0.04
EQUIPO DE OFICINA	2.8	5.91	2.35
COCINA	1.68	0.13	0.05
EQUIPO DE CÓMPUTO	1.68	1.67	1.81
OTROS	19.04	0.14	0.06

Fuente: Elaboración propia con datos de EIA (2016e) y del presente trabajo.

En cuanto a la categorización de los kWh/m<sup>2</sup> promedio, según los registros del CBECS-2012 para cada uso final, existen diferencias importantes en algunas categorías con respecto a los valores calculados para el edificio de estudio. Resaltando que las categorías de

Enfriamiento, Equipos de Oficina, Iluminación y Equipos de cómputo son lo del consumo con mayor ponderación; mientras que, no se tienen equipos de calefacción en el inmueble analizado en este proyecto.

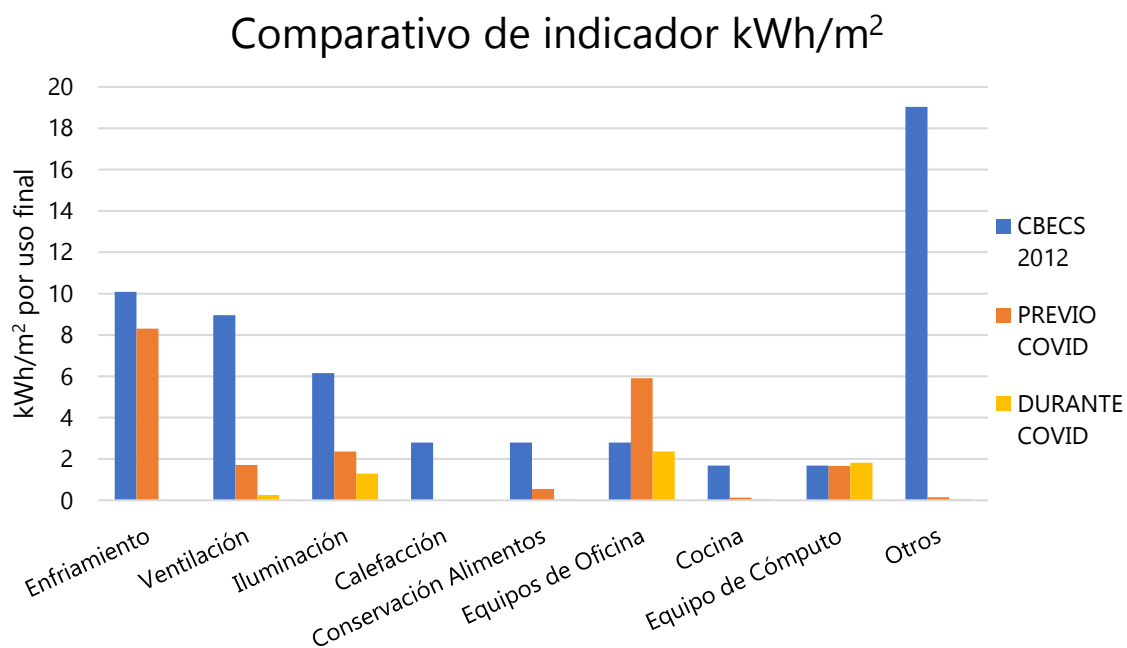
En cuanto al apartado de Otros, en donde se incluyen bombas, motores, compresores de aire y equipo especializado, el CBECS contempla el mayor registro; mientras que, en el presente trabajo, únicamente estamos considerando la bomba de agua dentro del rubro.

Por otro lado, referente a Equipos de Oficina, en donde para este trabajo se incluyeron: proyectores de video, pantallas de proyección, bocinas, control de sonido con ecualizador y las pantallas; es el que mayor diferencia presenta contra el CBECS. Aunque es importante mencionar, que no se especifica cuales equipos incluye en CBECS, ya que, Equipos de Oficina y de Cómputo pueden compartir dispositivos.

Las categorías de Enfriamiento y Equipos de Cómputo se mantienen cercanas a los datos del CBECS, siendo ligeramente mayores en el caso de estudio. Aunque, el rubro de Equipos de Cómputo, es el único con mayor kWh/m<sup>2</sup> durante la pandemia, esto se debe principalmente a la adaptación de los servicios de presenciales a virtuales, ya que, a diferencia de otros equipos eléctricos, estos se han seguido utilizando.

Aunque lo especificado en los párrafos anteriores, puede deducirse por medio de los datos de la Tabla 17, en Figura 22 de manera gráfica se pueden notar la diferencia de este indicador por cada uso final.

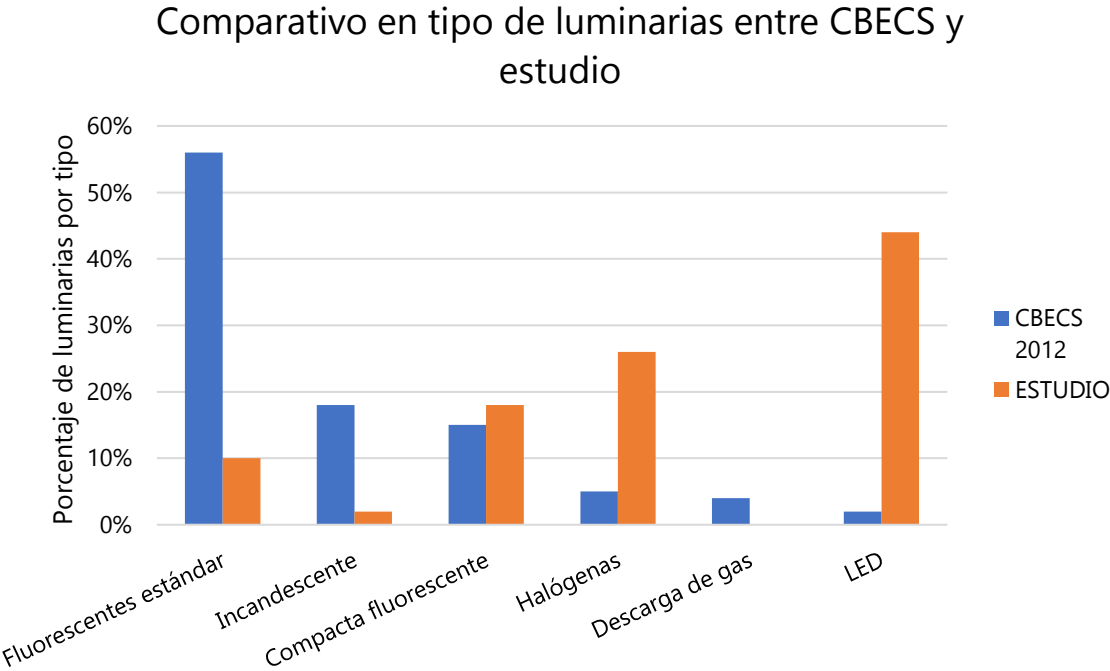
**Figura 22.** Comparativa entre los kWh/m<sup>2</sup> por usos finales según el CBECS y los datos del estudio.



Fuente: Elaboración propia con datos de EIA (2016e) y Tabla 17.

Específicamente hablando de la Iluminación, en la Figura 23 se puede observar que, existe una mayor heterogeneidad en cuanto al tipo de tecnologías que se tienen instaladas en el recinto de estudio. Además, se enfatiza el uso de tecnologías LED, ya que los directivos del lugar han tratado, poco a poco, de ir sustituyendo las tecnologías menos eficientes, logrando hasta la fecha que un 44% sean LED, comparado con el 2% que el CBECS maneja como promedio.

**Figura 23.** Comparativa entre porcentaje de tipo de luminarias del CBECS y los datos del estudio.



Fuente: Elaboración propia con datos de EIA (2017a) y del presente trabajo.

Es importante mencionar la relevancia de estos indicadores, ya que, en México, no se tienen registros sobre el uso de energía en edificios de culto religioso, por lo que pueden ser un parteaguas para que más congregaciones conozcan su consumo energético, y con ello, lleven a cabo estrategias con las que busquen su ahorro.

A diferencia de los que ocurre en México, gracias a los datos del CBECS, se tiene registro sobre el consumo y uso de energía en edificios enfocados al culto religioso en los Estados Unidos; valores que son usados, por ejemplo, por ENERGY STAR en su *Portfolio Manager*. En este portal de internet gratuito, ENERGY STAR y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) proporcionan una evaluación estandarizada, basada en un puntaje del 0 al 100, sobre el rendimiento energético de una propiedad con relación a sus pares, teniendo en cuenta el clima, el lugar y las actividades comerciales en la propiedad (ENERGY STAR, 2018).

Aunque esta puntuación no se puede aplicar al edificio de estudio en el presente trabajo, ya que no cubre con todos los filtros para su evaluación, en el documento *ENERGY STAR Score for Worship Facilities in the United States*, se plantea el procedimiento a seguir para tener una estimación del puntaje que se podría obtener. Dicha metodología, se basa en la ponderación de variables bajo ciertas regresiones matemáticas, las cuales al relacionarse arrojan un valor que equivale a la puntuación dada por ENERGY STAR (ENERGY STAR: Portfolio Manager, 2018). Cabe mencionar que algunas de estas variables, no se especifica completamente como es que se calculan, como en el caso de los coeficientes de grado día de enfriamiento (CDD) o grado día de calentamiento (HDD), puesto que su predicción energética, se basa en datos meteorológicos reales o el promedio de condiciones climáticas normales para el periodo de evaluación (ENERGY STAR: Portfolio Manager, 2021); por lo que, se hace uso de otros recursos, como la herramienta de CONUEE para el cálculo de grados día de enfriamiento y calefacción por Estado, municipio y localidad en México (CONUEE, 2021).

Suponiendo que el edificio cumpliera con todos los parámetros, se siguieron los pasos del procedimiento descrito en *ENERGY STAR Score for Worship Facilities in the United States* para crear dos escenarios, uno sobre el consumo energético basado en la facturación del inmueble previo y otro durante la pandemia de SARS-CoV-2. En la Tabla 18, se muestran los valores iniciales requeridos para el cálculo, aunque para el puntaje, se debe considerar que la fórmula y las regresiones de cada variable, se mantiene en unidades del sistema inglés, tales como BTU y pies cuadrados (ft<sup>2</sup>).

**Tabla 18.** Datos necesarios para la estimación puntuación de ENERY STAR

VALORES INICIALES	Escenario 1 Previo COVID	Escenario 2 Durante COVID
<b>DATOS SOBRE FACTURACIÓN</b>		
Electricidad (kWh anuales registrados)	5174	1457
<b>DATOS SOBRE USOS DE ENERGÍA</b>		
Superficie utilizada (ft <sup>2</sup> )	2680.236	
Horas de operación semanales	40	4
Máximo de asientos por cada 1000 ft <sup>2</sup>	93	28
Área usada para preparación de comida	0	0
Porcentaje del edificio que usa aire acondicionado	80%	0%
Porcentaje del edificio que usa calefacción	0%	0%

Fuente: Elaboración propia con datos de ENERGY STAR: Portfolio Manager (2018) y del presente trabajo.

Con los datos de la facturación, y utilizando coeficientes multiplicativos (CM) definidos en la metodología de ENERGY STAR, se procede a calcular la intensidad energética real en origen, que es la representación del consumo de energía facturado, tomando en cuenta desde su origen hasta su uso final, con respecto a la superficie del inmueble. En la Tabla 19 se registran dichos valores.

**Tabla 19.** Cálculo de Intensidad energética en origen para ambos escenarios.

ESCENARIO	Energético facturado	Consumo facturado (kWh)	CM Consumo en sitio	Consumo en sitio (kBTU)	CM Consumo en origen	Consumo en origen (kBTU)	Intensidad energética real en origen (kBTU/ft <sup>2</sup> )
1	Electricidad	5174	3.412	17653.69	2.8	49430.33	18.44
2	Electricidad	1457	3.412	4971.28	2.8	13919.60	5.19

Fuente: Elaboración propia con datos de ENERGY STAR: Portfolio Manager (2018) y del presente trabajo.

Por otro lado, con los datos de usos de energía, se estima la intensidad energética predictiva en origen, valor similar a la intensidad energética real, pero obtenida a través del registro en sitio, dependiente de los equipos, asistentes y actividades del lugar; así como de una constante para edificios de culto religioso, coeficientes multiplicativos (CM) y valores de referencia por variable. Esta estimación para el escenario 1 se presenta en la Tabla 20; mientras que, para el escenario 2, se muestran los resultados en la Tabla 21.

**Tabla 20.** Intensidad energética predictiva en origen para el Escenario 1.

ESCENARIO 1: Previo COVID					
Variable	Valor registrado	Valor de Referencia	Diferencia	CM	Valor en kBTU/ft <sup>2</sup>
Constante para edificios de culto religioso	--	--	--	--	68.24
Horas de operación semanales	40	26.49	13.51	0.5107	6.90
Máximo de asientos por cada 1000 ft <sup>2</sup>	93	47.84	45.16	0.7336	33.13
Área usada para preparación de comida	0	0.004984	-0.004984	291.90	-1.45
Porcentaje de calefacción por grados día de calefacción	191	3243	-3052	0.00	-12.76
Porcentaje de enfriamiento por grados día de enfriamiento	3912.8	1471	2441.8	0.01249	30.5
<b>Intensidad energética predictiva en origen (kBTU/ft<sup>2</sup>)</b>					<b>124.55</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de ENERGY STAR: Portfolio Manager (2018) y del presente trabajo.

**Tabla 21.** Intensidad energética predictiva en origen para el Escenario 2.

<b>ESCENARIO 2: Durante COVID</b>					
Variable	Valor registrado	Valor de Referencia	Diferencia	CM	Valor en kBTU/ft <sup>2</sup>
Constante para edificios de culto religioso	--	--	--	--	68.24
Horas de operación semanales	4	26.49	-22.49	0.5107	-11.49
Máximo de asientos por cada 1000 ft <sup>2</sup>	28	47.84	-19.84	0.7336	-14.55
Área usada para preparación de comida	0	0.004984	-0.004984	291.90	-1.45
Porcentaje de calefacción por grados día de calefacción	191	3243	-3052	0.00	-12.76
Porcentaje de enfriamiento por grados día de enfriamiento	0	1471	-1471	0.01249	-18.37
<b>Intensidad energética predictiva en origen (kBTU/ft<sup>2</sup>)</b>					<b>9.61</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de ENERGY STAR: Portfolio Manager (2018) y del presente trabajo.

Cabe mencionar que, los datos de la columna de valores registrados, tanto de la Tabla 20 como Tabla 21, son aquellos obtenidos del levantamiento. Sin embargo, estos deben mantenerse dentro de ciertos parámetros para que puedan ser considerados. En la Tabla 22, se refleja el rango permisible de valores para cada variable, siendo el porcentaje de calefacción por grados día de calefacción y el porcentaje de enfriamiento por grados día de enfriamiento importantes mencionar; ya que, son los únicos que no se obtienen directamente del levantamiento. Para su cálculo, como se mencionó anteriormente, se utilizó la herramienta gratuita de la CONUEE para el cálculo de grados día de calefacción y enfriamiento en México, siendo el resultado obtenido en dicho portal, el que se muestra en la Figura 24.

**Tabla 22.** Rangos de valores permisibles para cada variable utilizada en el cálculo de Intensidad energética predictiva de origen.


Variable	Mínimo	Promedio	Máximo
Horas de operación semanales	1	26.49	105
Máximo de asientos por cada 1000 ft <sup>2</sup>	40	47.89	140
Área usada para preparación de comida	0	0.004984	0.1
Porcentaje de calefacción por grados día de calefacción	191	3243	7769
Porcentaje de enfriamiento por grados día de enfriamiento	0	1471	5221

Fuente: Elaboración propia con datos de ENERGY STAR: Portfolio Manager (2018) y del presente trabajo.



**Figura 24.** Resultados de Grados día para un edificio ubicado en la alcaldía Venustiano Carranza en la Ciudad de México, según datos del portal de CONUEE.

## Grados Día



Información referente a Grados Día y Zonas Térmicas en base a la definición del International Energy Conservation y datos históricos del Servicio Meteorológico Nacional.

Estado	Distrito Federal
Municipio	Venustiano Carranza
Localidad	Venustiano Carranza (Clave INEGI 090170001)
Zona Térmica	3A
GDCA65F	2,570
GDRA50F	4,891

Grados Día de Calefacción Anual base 65 Grados Fahrenheit (GDCA65F)  
 Grados Día de Refrigeración Anual base 50 Grados Fahrenheit (GDRA50F)

\*Los valores presentados se establecieron a partir de promedios de datos meteorológicos históricos de más de 1,600 de estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional.  
 \*Los valores Grados Día se estimaron a partir de promedios mensuales de temperaturas máximas y mínimas para cada localidad.  
 \*Las Zonas Térmicas se definen de acuerdo a lo establecido en el International Energy Conservation Code.  
 \*El alcance nacional a todas las localidades se realizó por extrapolaciones a partir de los valores las tres estaciones más cercanas.

Fuente: Imagen obtenida de CONUEE (2021).

Ya teniendo los valores de Intensidad energética real y predictiva en origen, se procede a obtener la tasa de eficiencia energética para cada escenario, que deriva del cociente de ambas intensidades. Valor que, dependiendo del intervalo en el que se situé, es la puntuación ENERGY STAR que se le da al lugar, dicha tabla de equivalencias se encuentra dentro de los anexos del trabajo. En la Tabla 23, se muestran los valores calculados de la tasa de eficiencia energética y el puntaje ENERGY STAR estimado para cada escenario.

**Tabla 23.** Cálculo de Tasa de eficiencia energética y obtención de puntaje ENERGY STAR por escenario.

ESCENARIO	Intensidad energética real en origen (kBTU/ft <sup>2</sup> )	Intensidad energética predictiva en origen (kBTU/ft <sup>2</sup> )	Tasa de eficiencia energética	Puntaje ENERGY STAR
1	18.44	124.55	0.1481	98
2	5.19	9.61	0.5402	76

Fuente: Elaboración propia con datos de (ENERGY STAR: Portfolio Manager, 2018) y del presente trabajo.

De ser correctas las estimaciones realizadas, según la información de ENERGY STAR (2018), en ambos escenarios, el edificio de estudio podría considerarse para recibir una certificación por parte de ENERGY STAR; ya que, en ambos casos, se obtuvieron puntajes arriba del 75, los cuales, si bien son mejorables, reflejan el compromiso de esta casa de culto por el ahorro y uso eficiente de la energía.

Aunque parece contradictorio que, el escenario 2 tenga menor puntaje que el 1, pues este contempla las afectaciones de la pandemia sobre el consumo energético del inmueble; observando los datos de intensidad energética real y predictiva en origen, se puede notar que, la intensidad predictiva del primer escenario es casi 7 veces mayor que la intensidad energética real; mientras que, en el segundo, la diferencia solo llega a ser casi dos veces mayor. Presentando con ello, un mejor desempeño energético durante el periodo previo a la pandemia que durante la misma, a pesar del cese de actividades.

Estas diferencias entre valores reales y predichos, nos muestran que, si los valores son similares, el desempeño del inmueble estimado según sus atributos físicos, sus operaciones y las personas que lo utilizan, se apega al consumo facturado; por lo que, se consume lo esperado. No obstante, como en el caso 1, si lo predicho es mayor que lo real, significa que el desempeño del lugar es muy eficiente según las acciones que se realizan, ya sea por las características de la tecnología instalada o las buenas prácticas que se llevan a cabo; enfatizando que, en el caso contrario, si se predice menos de lo obtenido en la facturación, se plantea el uso de equipo ineficientes o malas prácticas en el establecimiento.

Cabe recalcar que, el puntaje ENERGY STAR, no explica que se está haciendo bien o mal en una edificación en cuanto a su consumo energético, sino que, a través de la relación entre lo facturado y lo predicho, sirve como referencia numérica para evaluar escenarios o edificaciones del mismo giro; siendo así que, por ejemplo, los edificios con una puntuación de 50 funcionan mejor que el 50% de sus semejantes (ENERGY STAR: Portfolio Manager, 2018). Información con la cual, propietarios y operadores de los inmuebles evaluados, pueden realizar un seguimiento, tanto de sus propias mejoras a lo largo del tiempo, como con respecto a edificaciones parecidas.

### 4.3 Sugerencias de mejora

Gracias a la información presentada en el apartado anterior, se hace notorio que los directivos del edificio de estudio, han buscado de alguna manera ahorrar en cuanto al consumo de energía y al pago monetario bimestral. No obstante, siempre existen mejoras por hacer.

Cabe recalcar que, actualmente, las condiciones financieras del establecimiento no son del todo favorables, debido a que las restricciones sanitarias les han afectado en gran medida. Por tal motivo, si bien existen mejoras que se basan en la posible sustitución de equipos, primero abordaremos aquellas que requieren menor gasto, pues las tecnologías ya están instaladas en el inmueble, pero requiere de alguna adecuación o cambio de lugar. A continuación, se describen acciones por uso final.

- Iluminación.

Gracias a la referencia que se tiene de la NOM-007-ENER-2014 y la NOM-025-STPS-2008, se observa que el edificio, cumple con los DPEA que marca la ley en cada uno de los espacios, así como al analizarlo en su totalidad; no obstante, los niveles de iluminación en general son deficientes. Este fenómeno de luz, realmente no se percibe a primera instancia, pues normalmente, la mayor parte de la gente llega los domingos cuando casi todo está apagado, a excepción de las lámparas de estrobo y las lámparas empotrables; por lo que, al prender el resto, la sensación de mayor nivel de iluminación es notoria.

En el caso del santuario o espacio principal, como se mencionó se dividió en tres zonas, de las cuales dos, marcaron niveles de iluminación por debajo de la norma. La región restante, aunque cumplió al promediar las mediciones, presentó algunas por debajo de la norma. Una de las posibles mejoras en este espacio, es la reubicación de las cuatro luminarias LED rectangulares, mismas que se tienen instaladas sobre un plafón viendo hacia el techo, que si bien, está pintado de blanco y refleja gran parte de la luz, esta se pierde entre las vigas del techo y el mismo plafón por su color azul oscuro. De colocarse estas por debajo y no encima del plafón, toda la luz se aprovecharía para alumbrar más uniformemente el área.

Un caso similar al ocurrido con las luminarias LED rectangulares, se tiene con las lámparas tipo reflector y las T8 que se encuentran ocultas tras una pared falsa a lo largo del santuario; las cuales, si bien, proveen un efecto luminoso agradable, al usarse se desperdicia gran parte de la luz que podrían brindar. Por tal motivo, la recomendación sería moverlas de lugar, con el fin exponerlas y así aprovechar la totalidad de la luz que emiten.

En el caso de los espacios cerrados que no cumplen con la NOM-025-STPS-2008, como en el caso del Baño 3, las Oficinas y el Salón, sería necesario pensar en un cambio de tecnología que provea mayor flujo luminoso o la instalación de una lámpara adicional en cada espacio.

Por el contrario, con respecto a las mediciones del Baño 1 y el área de Lavamanos, se obtuvieron valores superiores a los especificados por la norma, por lo que, para estas áreas se podría pensar en el cambio de luminarias, pero para reducir los niveles de iluminación, que si bien, cumplen con lo establecido en la NOM, proveen un mayor flujo luminoso que podría usarse de mejor manera en otra área.

Por lo anterior, se podría pensar en el mejor adecuamiento de las tecnologías, compatibles entre sí, ya instaladas en el inmueble. Este reacomodo, podría generar que más zonas cuenten con el nivel de iluminación mínimo, pero sin la inyección de capital, pues solamente se estarían modificando la ubicación de las luminarias.

- Sistema de climatización.

Específicamente hablando de los sistemas de aire acondicionado, para proponer el cambio de los mismos, se debe hacer un análisis más profundo, tomando en cuenta lo estipulado en la NOM-023-ENER-2018 bajo condiciones de trabajo normal y su antigüedad, que es de 5 años. Este análisis no se realizó, debido a que los sistemas no han sido usados durante toda la pandemia, ya que propician la transmisión del Covid. No obstante, comparando los datos de placa de los equipos y los parámetros definidos en la NOM, se sabe que, para su capacidad, cumplen la con Relación de Eficiencia Energética (REE).

Adicional a lo anterior, considerar el cambio de los sistemas, podría representar una inyección de capital por parte de los directivos del lugar, que podría dejarlos sin fondos para el pago de servicios o la renta del espacio, si es que la situación continua como hasta la fecha.

Entre posibles soluciones, pensadas para la renovación del aire al interior del recinto, se considera la compra e instalación de extractores de aire, principalmente para el área del santuario; los cuales, ayudarían a expulsar una porción del aire caliente y contaminado del interior, sin el uso de los sistemas de aire acondicionado. Aunque, en el caso de ser usados, una vez que los contagios disminuyan, podría ser más eficiente su uso, asegurándose que las puertas y ventanas del área principal se encuentran cerradas, y los ventiladores funcionando para que el aire enfriado se distribuya de la mejor manera posible.

- Misceláneos.

En cuanto a esta categoría, los dispositivos de mayor interés son 3: las bocinas, los proyectores de video y el refrigerador Metalfrio.

En el primero de los casos, las bocinas forman parte fundamental de la transmisión de la información en el inmueble, por lo que la disminución en su uso es un poco complicada; sin embargo, podría considerarse, no usar las seis cuando se hagan ensayos o eventos secundarios, una vez que las actividades regresen a la normalidad, con esto podría disminuirse el uso de las mismas de lunes a viernes principalmente.

En el caso de los proyectores de video, los directivos del lugar especificaron durante la entrevista, no estar seguros de saber, si usaban sus equipos en modo normal o ECO; únicamente con esta medida, la potencia del equipo podría considerarse de 235 Watts en vez de los 345 registrados actualmente. Esta simple medida, que no conlleva esfuerzo monetario, podría hacerlos ahorrar bimestralmente, si la pandemia continúa, alrededor de 8 kWh; no obstante, de regresar a las actividades normales, el ahorro podría ser de 21 kWh por bimestre.

Adicional a lo anterior, tanto los proyectores como las pantallas que se tienen en el lugar, son ocupados para el mismo fin, por lo que, de continuar o no la pandemia, una de las medidas de ahorro podría ser el uso únicamente de los proyectores en modo ECO, ya que estos, proveen una imagen más clara y grande de la información brindada. Con esta simple acción, se podrían dejar de consumir 15.66 kWh bimestrales, y como ya no se utilizarían, si se venden se obtendría un ingreso extra.

En el caso del refrigerador Metalfrio, se debe tomar en cuenta que es el equipo más antiguo del lugar, y aunque, sus horas de uso son pocas, al usarse, el consumo del inmueble inevitablemente se incrementa. Por lo anterior, y debido a que no se tienen fondos para la compra de uno nuevo de la misma capacidad, buscar solamente usar el refrigerador Hisense que tienen, tal como se ha hecho durante la pandemia, es la mejor opción. De normalizarse la situación, una de las primeras mejoras sería la sustitución del mismo, buscando equipos que cumplan con la NOM-015-ENER-2018.

Las propuestas expuestas anteriormente, son las que al menos, durante el levantamiento y el análisis se pudieron identificar; sin embargo, realizar una búsqueda del tesoro energético, tal como lo recomienda ENERGY STAR para todos los edificios de culto religioso, podría ser de gran utilidad. Ya que, con esta actividad, se enseña e involucra a toda la congregación para que, en equipos, recorran el edificio buscando formas rápidas de ahorro de energía. Lo cual, ha ayudado a reducir en promedio del 7% al 15% el consumo energético de instalaciones donde se ha hecho, además de concientizar a la gente sobre su importancia (ENERGY STAR, 2018).

Para finalizar con este apartado, se hacen las siguientes sugerencias con respecto a la normativa mexicana revisada; ya que, por ejemplo, en el caso de la NOM-025-STPS-2008, se tienen que hacer suposiciones que con su predecesora no eran necesarias, específicamente en el caso de los Niveles Mínimos de Iluminación requeridos para espacios específicos del inmueble, como en el caso del espacio principal, los sanitarios u otras regiones del edificio. Si bien, esto apoyaría al cumplimiento de dichos valores en edificios de culto religioso, las precisiones de la versión de 1994, no solo abordan inmuebles de esta índole, por lo que bien valdría la pena, actualizar dichos registros y volver a incluirlos en la nueva versión de esta NOM.

## CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

El presente trabajo, se centró en analizar el consumo energético, previo y durante la pandemia de SARS-CoV-2, de una edificación destinada al culto religioso en la Ciudad de México. Logrando recabar información sobre su consumo, por medio de su historial de facturación y del análisis de equipos instalados, con los cuales fue posible establecer indicadores energéticos específicos para dicho inmueble.

Actualmente, la única información disponible sobre consumo energético de edificios enfocados al culto religioso, es de Estados Unidos y son resultados del *Commercial Buildings Energy Consumption Survey* (CBECS-2012). En México, a pesar de tener políticas públicas enfocadas en eficiencia energética, solamente la NOM-007-ENER-2014 contempla este tipo de inmuebles; mientras que, la NOM-025-STPS-2008 enfocada en condiciones de trabajo, puede incluirlos, aunque no los define tal cual, como su predecesora de 1994; ya que, en la versión de 2008, se hace una categorización más abierta y general en donde se dejan de lado espacios específicos.

Debido a las restricciones sanitarias impuestas por el gobierno, las actividades del recinto disminuyeron considerablemente, y con ello, su uso de energía; sin embargo, esta situación también afectó monetariamente a la organización, ya que, aunque siguen brindando sus servicios vía remota, y actualmente semipresencial, tienen gastos fijos que les han sido difíciles cubrir. Por lo anterior, se hace notoria la necesidad de buscar estrategias de ahorro energético que, a su vez, repercutan directamente en la economía del lugar.

De levantamiento se definió que, previo a la aparición de casos de Covid en México, los sistemas de aire acondicionado, las bocinas, ventiladores, proyectores y luminarias LED rectangulares eran los equipos de mayor consumo en la edificación. Por otro lado, durante la pandemia, los sistemas de aire acondicionado dejaron de usarse, así que las bocinas, los proyectores y los equipos de cómputo se mantuvieron como los dispositivos de mayor consumo, principalmente por su requerimiento para la transmisión de las actividades.

De la facturación eléctrica, considerando un año de actividad constante, las disposiciones sanitarias hicieron que, el consumo total del inmueble pasara de 5 mil 174 kWh anuales a mil 457 debido al uso mínimo del inmueble.

En cuanto a normas, el inmueble cumplió con los DPEA estipulados por la NOM-007-ENER-2014, pero no con los niveles de iluminación en todas las zonas definidas dentro del inmueble, según lo marcado en la NOM-025-STPS-2008; por lo que, se recomendó la reubicación de las luminarias LED rectangulares en el santuario y la instalación o sustitución de tecnología en el resto de las zonas.

Con respecto a los indicadores energéticos calculados el inmueble registró, previo a la pandemia, mayor presencia de kWh/m<sup>2</sup> promedio en las categorías de Enfriamiento,

Equipos de Oficina, Iluminación y Equipo de Cómputo; obteniendo valores de 10.08 kWh, 2.8 kWh, 6.16 kWh y 1.68 kWh respectivamente. Mientras que, durante todo el periodo de alerta sanitaria evaluado, Equipos de Oficina, Equipos de Cómputo e Iluminación marcaron los mayores consumos, registrando valores de 2.35 kWh, 1.81 kWh y 1.29 kWh para cada categoría.

Comparado contra los datos del CBECS-2012, documento que cabe recalcar, es la única referencia bibliográfica que aborda el consumo energético de forma detallada de edificios de culto religioso a nivel mundial, la Iluminación y Equipos de Oficina fueron los rubros que mayor disparidad presentaron con respecto a los registros de la encuesta estadounidense, puesto que en los cálculos del recinto durante parámetros normales de consumo se obtuvo, respectivamente, 2.35 kWh y 5.91 kWh, contra los 6.16 kWh y 2.8 kWh promedio registrado por la encuesta.

Específicamente hablando de la Iluminación, en comparación contra los datos del CBECS-2012, es evidente la postura que han tomado los directivos del recinto por utilizar tecnologías más eficientes, ya que, en el lugar de estudio, la tecnología LED pondera en un 44% con respecto al 2% registrado por la encuesta.

Aunque este trabajo únicamente se enfocó en el análisis de un edificio de culto religioso, en México existen miles de estos a lo largo del país, y debido a la falta de información y normatividad existente que los regule en materia energética; este trabajo puede fungir como base para su estudio y mejoramiento, siempre buscando el ahorro de energía y, por consiguiente, el monetario.

Es elemental hacer notar el aporte que tiene este documento, en donde se sientan las bases para la obtención de indicadores energéticos aplicables para la estandarización, comparación, y porque no, hasta para la generación de políticas públicas que establezcan, definan y regulen el uso energético de edificaciones de culto religioso en el país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balocco, C., & Volante, G. (2019). A Method for Sustainable Lighting, Preventive Conservation, Energy Design and Technology—Lighting a Historical Church Converted into a University Library. *Sustainability* 2019, 11(11), 3145. doi:<https://doi.org/10.3390/su11113145>
- Burga Castro, G. (2016). *Centro comunitario en Lima Sur*. Lima, Perú: CONCYTEC.
- CFE. (Mayo de 2021). *Comisión Federal de electricidad (CFE): Ahorro de Energía*. Obtenido de <https://www.cfe.mx/paese/ahorroenergia/pages/default.aspx#:~:text=El%20ahorro%20de%20energía,0%20una%20combinaci%C3%B3n%20de%20ambos>.
- CFE. (Mayo de 2021). *Esquema tarifario vigente: Negocio*. Obtenido de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Negocio.aspx>
- CFE. (octubre de 2021). *Tarifa PDBT (Pequeña demanda baja tensión hasta 25 kW-mes)*. Obtenido de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Tarifas/PequenaDemandaBT.aspx>
- Chavez, C., & Escobedo, M. (2020). *43425: Diagnóstico Energético*. Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Ingeniería, Especialización en Ahorro y Uso Eficiente de Energía, Ciudad Universitaria (UNAM).
- Chen, Y., Wu, Y., Ding, R., Zhang, P., Liu, J., Yang, M., & Zhang, P. (2015). Catalytic hydrothermal liquefaction of *D. tertiolecta* for the production of bio-oil over different acid/base catalysts. *AIChE J*, 61: 1118–1128. doi:10.1002/aic.14740
- CONUEE. (11 de enero de 2018). *Estadísticas, modelación e indicadores*. Obtenido de <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/estadisticas-modelacion-e-indicadores>
- CONUEE. (octubre de 2021). *Herramienta para cálculo de Grados Día*. Obtenido de <https://a945717.fmphost.com/fmi/webd/GradosDia%2029062021>
- CONUEE. (Mayo de 2021). *Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética Vigentes*. Obtenido de <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas-en-eficiencia-energetica-vigentes>



- DOF-SEGOB. (07 de agosto de 2014). *NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales*. Obtenido de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5355593&fecha=07/08/2014](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5355593&fecha=07/08/2014)
- DOF-STPS. (26 de octubre de 1994). *Norma Oficial Mexicana: NOM-025-STPS-1994. Relativa a los niveles y condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo*. Diario Oficial de la Nación. Obtenido de <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/stps/stps025-94.pdf>
- DOF-STPS. (05 de junio de 2008). *NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. Obtenido de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>
- EIA. (2016a). *CBECS-2012: Table B22. Energy sources, number of buildings*. U.S. Energy Information Administration (EIA). Obtenido de <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2012/bc/pdf/b22.pdf>
- EIA. (2016b). *CBECS-2012: Table C13. Total electricity consumption and expenditures*. U.S. Energy Information Administration (EIA). Obtenido de <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2012/c&e/pdf/c13.pdf>
- EIA. (2016c). *CBECS-2012: Table PBA4. Electricity consumption totals and conditional intensities by building activity subcategories*. U.S. Energy Information Administration (EIA). Obtenido de <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2012/c&e/pdf/pba4.pdf>
- EIA. (2016d). *CBECS-2012: Table C14. Electricity consumption and expenditure intensities*. U.S. Energy Information Administration (EIA). Obtenido de <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2012/c&e/pdf/c14.pdf>
- EIA. (2016e). *CBECS-2012: Table E6. Electricity consumption intensities (kWh) by end use*. U.S. Energy Information Administration (EIA). Obtenido de <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2012/c&e/pdf/e6.pdf>
- EIA. (2016f). *CBECS-2012: Table B43. Lighting equipment, number of buildings*. U.S. Energy Information Administration (EIA). Obtenido de <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2012/bc/pdf/b43.pdf>
- EIA. (2017a). *CBECS-2012: Trends in Lighting in Commercial Buildings*. U.S. Energy Information Administration (EIA). Obtenido de <https://www.eia.gov/consumption/commercial/reports/2012/lighting/>

- EIA. (2017b). *CBECs-2012: Table B40. Cooling equipment, number of buildings*. U.S. Energy Information Administration (EIA). Obtenido de <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2012/bc/pdf/b40.pdf>
- EIA. (2020). *Commercial Buildings Energy Consumption Survey: CBECs 2018*. U.S. Energy Information Administration (EIA). Obtenido de <https://www.eia.gov/consumption/commercial/pdf/CBECs%202018%20Preliminary%20Results%20Flipbook.pdf>
- Enerdata. (Septiembre de 2021). *Enerdata: Mexico Energy Information*. Obtenido de <https://www.enerdata.net/estore/energy-market/mexico/>
- ENERGY STAR. (2018). *Action Workbook for Congregations*. ENERGY STAR®. Obtenido de [https://www.energystar.gov/sites/default/files/tools/ENERGYSTAR\\_Congregations\\_AWB\\_May\\_2019\\_Merged\\_508.pdf?7d13-84a1](https://www.energystar.gov/sites/default/files/tools/ENERGYSTAR_Congregations_AWB_May_2019_Merged_508.pdf?7d13-84a1)
- ENERGY STAR: Portfolio Manager. (agosto de 2018). *ENERGY STAR Score for Worship Facilities: Technical References*. ENERGY STAR®. Obtenido de [https://www.energystar.gov/sites/default/files/tools/Worship\\_August\\_2018\\_EN\\_508.pdf?da7c-e76c](https://www.energystar.gov/sites/default/files/tools/Worship_August_2018_EN_508.pdf?da7c-e76c)
- ENERGY STAR: Portfolio Manager. (2021). *Climate and Weather: Technical Reference*. ENERGY STAR®. Obtenido de <https://portfoliomanager.energystar.gov/pdf/reference/Climate%20and%20Weather.pdf?3bc2-3c28>
- Evoluo. (Mayo de 2021). *Nuevas tarifas de CFE*. Obtenido de <https://evoluo.mx/nuevas-tarifas-cfe/>
- Gobierno CDMX. (27 de Febrero de 2021). *‘Línea de tiempo COVID-19’; a un año del primer caso en México*. Obtenido de Gobierno de la Ciudad de México: Secretaría de Cultura: <https://www.capital21.cdmx.gob.mx/noticias/?p=12574>
- Google Maps. (mayo de 2021). *Google Maps: Iglesia Cristiana Vida Nueva*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Comunidad+Cristiana+Nueva+Vida,+A.+R./@19.4302916,-99.1209989,14z/data=!4m6!3m5!1s0x85d1f901c0470321:0x5ff13fb15b4d38e6!4b1!8m2!3d19.43699!4d-99.1181615>
- GreenFaith. (2021). *GreenFaith International Network: The time to Act is Now - Grassroots Multi-Faith Action for the Earth*. Obtenido de <https://greenfaith.org/wp-content/uploads/2021/04/TheTimeIsNowEng.pdf>
- IEA. (2014). *Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics*. International Energy Agency: OCDE/IEA. Retrieved from

[https://iea.blob.core.windows.net/assets/6862080c-8614-494e-a8aa-52c3c0d4291b/IEA\\_EnergyEfficiencyIndicatorsFundamentalsOnStatistics.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/6862080c-8614-494e-a8aa-52c3c0d4291b/IEA_EnergyEfficiencyIndicatorsFundamentalsOnStatistics.pdf)

- IEA. (2021). *Energy Efficiency Indicators: Highlights*. International Energy Agency (IEA). Obtenido de [https://iea.blob.core.windows.net/assets/789fbca9-e14c-417d-8b87-f0ce73ff68e3/Efficiency\\_indicators\\_Documentation\\_2021.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/789fbca9-e14c-417d-8b87-f0ce73ff68e3/Efficiency_indicators_Documentation_2021.pdf)
- INEGI. (2011). *Panorama de las religiones en México 2010*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Obtenido de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora\\_religion/religiones\\_2010.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_religion/religiones_2010.pdf)
- Interfaith Power & Light. (2016). *A Religious Response to Global Warming: 2016 Annual Report*. Obtenido de <https://www.interfaithpowerandlight.org/wp-content/uploads/2017/06/IPL-AR-16-FINAL.pdf>
- Martínez-Molina, A., Tort-Ausina, I., Cho, S., & Vivancos, J. (2016). Energy efficiency and thermal comfort in historic buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 61, (70-85). doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.018>
- Mazaheri, H., Lee, K. T., Bhatia, S., & Mohamed, A. R. (2010). Sub/supercritical liquefaction of oil palm fruit press fiber for the production of bio-oil: Effect of solvents. *Bioresource Technology*, 101(19), 7641–7647. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2>
- Miño, G., Guamán, Á., Moyano, J., Ortiz, T., & García, E. (2018). Diagnóstico energético de la empresa TEIMSA basado en la norma ISO 50001. *Industrial Data*, vol. 21, núm. 1. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/816/81658059007/html/>
- ODYSSEE-MURE. (2020). *Definition of data and energy efficiency indicators in*. European Commission: ODYSSEE-MURE. Obtenido de <https://www.odyssee-mure.eu/publications/other/definitions-energy-efficiency-indicators.pdf>
- OECD/IEA. (2014). *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making*. Obtenido de [https://iea.blob.core.windows.net/assets/c41341f3-2149-4f59-a2e4-81c48bbc49be/IEA\\_EnergyEfficiencyIndicators\\_EssentialsforPolicyMaking.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/c41341f3-2149-4f59-a2e4-81c48bbc49be/IEA_EnergyEfficiencyIndicators_EssentialsforPolicyMaking.pdf)
- OLADE. (2020). *Análisis de los impactos de la pandemia del COVID-19 sobre el sector energético de América Latina y el Caribe*. Organización Latinoamericana de Energía.
- Pizarro Lagunas, A. D. (2021). *Impacto de COVID-19 sobre el consumo eléctrico de las PYMES de la Zona Metropolitana de Aguascalientes*. Tesis de maestría. Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE). Obtenido de <http://hdl.handle.net/11651/4475>

- Sanna, A. (2013). Advanced Biofuels from Thermochemical Processing of Sustainable Biomass in Europe. *Bioenergy Research*, 7(1), 36–47. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s12155-013-9378-4>
- Sathaye, J., Price, L., McNeil, M., & de la rue du Can, S. (2010). *Energy Efficiency Indicators Methodology Booklet*. Environmental Energy Technologies Division: Lawrence Berkeley National Lab. (LBNL), Berkeley, CA (United States). doi:<https://doi.org/10.2172/985845>
- SECTUR. (Febrero de 2016). *México entre los países más visitados por turismo religioso*. Obtenido de Secretaría de Turismo (México): <https://www.gob.mx/sectur/prensa/mexico-entre-los-paises-mas-visitados-por-turismo-religioso-sectur>
- SENER. (2021). *Balance Nacional de Energía 2019*. México: Secretaría de Energía.
- SENER/IEA. (2011). *Indicadores de eficiencia energética en México: 5 sectores, 5 retos*. Secretaría de Energía/Agencia Internacional de Energía. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/85305/Bibliograf\\_a\\_6.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/85305/Bibliograf_a_6.pdf)
- Statista. (Agosto de 2020). *Statista: Energy consumption in Mexico in 2019 and 2020, by sector (in million tons of oil equivalent)*. Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/1177239/mexico-energy-consumption-coronavirus-sector/>
- Terrill, T. (2015). *A Long-Term Building Study of Energy Usage and Thermal Comfort in Religious Facilities*. Master's thesis, Texas A & M University. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1969.1/155554>
- Terrill, T., Morelli, F., & Rasmussen, B. (2015). Energy analysis of religious facilities in different climates through a long-term energy study. *Energy and Buildings*, 108 (72-81). doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.049>
- Tran, N., Bartlett, J., Kannangara, G., Milev, A., Volk, H., & Wilson, M. (2010). Catalytic upgrading of biorefinery oil from micro-algae. *Fuel*, 89(2), 265–274. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2009.08.015>
- Warren, G. (2012). Energy Efficiency as Fundamental to the Missions of U.S. Religious Congregations, Health Care Providers and Schools. 3 *Wash. & Lee J. Energy, Climate & Env't*. 1. Obtenido de <https://scholarlycommons.law.wlu.edu/jece/vol3/iss1/2/>
- Waste Reduction Partners. (2013). *Energy Assessment: United Church of Chapel Hill*. Obtenido de <https://unitedchurch.org/wp-content/uploads/2014/09/Final-Report-Aug-30-2013-1.pdf>

- Ye, Y., Hinkelman, K., Zhang, J., Zuo, W., & Wang, G. (2019). A methodology to create prototypical building energy models for existing buildings: A case study on U.S. religious worship buildings. *Energy & Buildings* 194 (351-365). doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.04.037>
- Zhang, B., Zhong, Z., Xie, Q., Liu, S., & Ruan, R. (2015). Two-step fast microwave-assisted pyrolysis of biomass for bio-oil production using microwave absorbent and HZSM-5 catalyst. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 1–8. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/>

## ANEXOS

Tabla de equivalencias de tasa de eficiencia energética para obtener el porcentaje ENERGY STAR.

ENERGY STAR Score	Cumulative Percent	Energy Efficiency Ratio >=	Energy Efficiency Ratio <	ENERGY STAR Score	Cumulative Percent	Energy Efficiency Ratio >=	Energy Efficiency Ratio <
100	0%	0.0000	0.1234	50	50%	0.8607	0.8746
99	1%	0.1234	0.1640	49	51%	0.8746	0.8886
98	2%	0.1640	0.1947	48	52%	0.8886	0.9028
97	3%	0.1947	0.2205	47	53%	0.9028	0.9172
96	4%	0.2205	0.2434	46	54%	0.9172	0.9317
95	5%	0.2434	0.2642	45	55%	0.9317	0.9465
94	6%	0.2642	0.2834	44	56%	0.9465	0.9614
93	7%	0.2834	0.3016	43	57%	0.9614	0.9766
92	8%	0.3016	0.3188	42	58%	0.9766	0.9920
91	9%	0.3188	0.3353	41	59%	0.9920	1.0077
90	10%	0.3353	0.3512	40	60%	1.0077	1.0237
89	11%	0.3512	0.3665	39	61%	1.0237	1.0399
88	12%	0.3665	0.3814	38	62%	1.0399	1.0565
87	13%	0.3814	0.3960	37	63%	1.0565	1.0733
86	14%	0.3960	0.4102	36	64%	1.0733	1.0905
85	15%	0.4102	0.4241	35	65%	1.0905	1.1081
84	16%	0.4241	0.4378	34	66%	1.1081	1.1261
83	17%	0.4378	0.4513	33	67%	1.1261	1.1444
82	18%	0.4513	0.4646	32	68%	1.1444	1.1633
81	19%	0.4646	0.4777	31	69%	1.1633	1.1825
80	20%	0.4777	0.4907	30	70%	1.1825	1.2023
79	21%	0.4907	0.5036	29	71%	1.2023	1.2227
78	22%	0.5036	0.5164	28	72%	1.2227	1.2436
77	23%	0.5164	0.5291	27	73%	1.2436	1.2652
76	24%	0.5291	0.5417	26	74%	1.2652	1.2874
75	25%	0.5417	0.5542	25	75%	1.2874	1.3104
74	26%	0.5542	0.5667	24	76%	1.3104	1.3341
73	27%	0.5667	0.5792	23	77%	1.3341	1.3588
72	28%	0.5792	0.5916	22	78%	1.3588	1.3844
71	29%	0.5916	0.6040	21	79%	1.3844	1.4111
70	30%	0.6040	0.6164	20	80%	1.4111	1.4389
69	31%	0.6164	0.6288	19	81%	1.4389	1.4680
68	32%	0.6288	0.6412	18	82%	1.4680	1.4985
67	33%	0.6412	0.6536	17	83%	1.4985	1.5307
66	34%	0.6536	0.6661	16	84%	1.5307	1.5646
65	35%	0.6661	0.6786	15	85%	1.5646	1.6006
64	36%	0.6786	0.6911	14	86%	1.6006	1.6390
63	37%	0.6911	0.7037	13	87%	1.6390	1.6801
62	38%	0.7037	0.7163	12	88%	1.6801	1.7244
61	39%	0.7163	0.7289	11	89%	1.7244	1.7725
60	40%	0.7289	0.7417	10	90%	1.7725	1.8252
59	41%	0.7417	0.7545	9	91%	1.8252	1.8836
58	42%	0.7545	0.7674	8	92%	1.8836	1.9491
57	43%	0.7674	0.7804	7	93%	1.9491	2.0239
56	44%	0.7804	0.7935	6	94%	2.0239	2.1115
55	45%	0.7935	0.8067	5	95%	2.1115	2.2173
54	46%	0.8067	0.8200	4	96%	2.2173	2.3518
53	47%	0.8200	0.8335	3	97%	2.3518	2.5383
52	48%	0.8335	0.8470	2	98%	2.5383	2.8502
51	49%	0.8470	0.8607	1	99%	2.8502	> 2.8502

Fuente: Obtenida de ENERGY STAR: Portfolio Manager (2018).