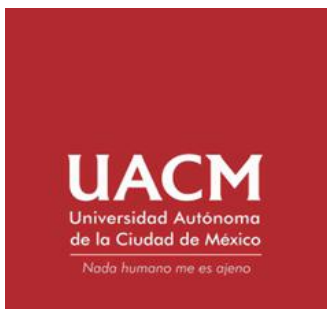




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO
COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE ENERGÍA

**Auditoría Energética enfocada
al análisis de Iluminación
en el Complejo Olímpico México'68.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
LICENCIATURA EN:

INGENIERÍA EN SISTEMAS ENERGÉTICOS

P R E S E N T A

YATZIRY ARACELI PEREZ COY

DIRECTOR

DR. ÁLVARO EDUARDO LENTZ HERRERA

Ciudad de México, julio de 2025.

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

INTEGRACIÓN DEL JURADO:

Presidente: Dr. Eduardo Armando Rincón Mejía

Secretario: Dra. Ma. Claudia Roldán Ahumada

Vocal: Dr. Fernando Gabriel Arroyo Cabañas

Lugar donde se realizó la carrera:

PLANTEL SAN LORENZO TEZONCO, UACM.

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Álvaro Eduardo Lentz Herrera

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MEXICO

Agradecimientos

Dedicatoria de tesis a mi mamá

Esta tesis es el resultado de tu amor, apoyo y sacrificio en mi vida. Tus palabras de aliento, tu perseverancia y tu ejemplo constante han sido mi inspiración. A través de tus enseñanzas y cariño, has dejado una huella imborrable en mi vida, y mi éxito académico es un reflejo de tu inquebrantable dedicación.

Gracias infinitas a mis padres Araceli y Aurelio, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro. También expreso mi gratitud a mis hermanos Eric, Kevin, mi prima Jovanna, y mi tío Víctor Hugo, quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme, Gracias por enseñarme que la vida es más divertida cuando hay compañía. Los amo a todos.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi director de tesis, el Dr.Álvaro Eduardo Lentz Herrera y mi asesor el Ing. José Celis Alarcón. Su experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron a este trabajo.

A todos mis docentes

Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. En especial a la Dr. Ma Claudia Roldan Ahumada, Dr. María Valdez, Ing. María de la Luz Tabaco Romero, Dr. Manuel Antonio Corona Sánchez, Dr. Fernando Gabriel Arroyo Cabañas y el Dr. Eduardo Armando Rincón Mejía.

A mis amigos Laura, Eduardo, Francisco, Marco y David; Ustedes han sido una fuente constante de inspiración y conocimiento, han contribuido de manera significativa a mi crecimiento. Agradezco de corazón cada momento compartido y cada palabra de aliento que me han brindado en este camino.

Asimismo, quisiera expresar mi gratitud a todos los compañeros que contribuyeron con el desarrollo del diagnóstico.

Índice

Resumen	1
Summary.....	2
Introducción	3
Capítulo 1. Estado del arte	6
Diagnósticos Energéticos en México	6
Capítulo 2. Marco contextual.....	10
2.1 Información del lugar.....	10
Capítulo 3. Metodología y levantamiento de información	13
3.1 Sistema de Iluminación	13
3.2 Censo de cargas	18
3.3 Levantamiento.....	19
Capítulo 4. Análisis del sistema de iluminación.....	21
4.1 Gimnasio Juan de la Barrera	21
4.1.1 Análisis del Gimnasio Juan Barrera Medición Única.....	21
4.1.2 Análisis del Juan de la Barrea medición el horario de la mañana.....	24
4.1.3 Análisis del Gimnasio Juan de la Barrera medición en el horario de la noche.....	26
4.2 Anexo Eduardo Gorráez	28
4.2.1 Análisis del Anexo Eduardo Gorráez Medición Única.....	28
4.2.2 Análisis del Anexo Eduardo Gorráez Medición en el horario de la mañana.....	30
4.2.3 Análisis del Anexo Eduardo Gorráez Medición en el horario de la tarde.....	32
4.2.4 Análisis del Anexo Eduardo Gorráez Medición en el horario de la noche.....	34
4.3 Alberca Olímpica.....	36
4.3.1 Análisis de la Alberca Olímpica Medición Única.	36
4.3.2 Análisis de la Alberca Olímpica Medición en el horario de la Mañana... 39	
4.3.3 Análisis de la Alberca Olímpica Medición en el horario de la tarde.....	41
4.3.4 Análisis de la Alberca Olímpica Medición en el horario de la Noche.	43
4.4 Áreas Perimetrales.....	45

4.4.1 Análisis de áreas Perimetrales Medición Única.	45
Capítulo 5. Análisis de consumo de energía eléctrica.	47
Capítulo 6. Medidas de control al sistema de iluminación.....	51
6.1 Censo de luminarias y recomendaciones para las medidas de control al sistema de iluminación.....	52
6.1.1 Gimnasio Juan de la Barrera	53
6.1.2 Anexo Eduardo Gorraéz	54
6.1.3 Alberca olímpica Francisco Márquez	55
6.1.4 Áreas Perimetrales	56
6.2 Retorno de Inversión para el cambio de luminarias	57
6.2.1 Tarifas eléctricas.....	57
6.2.2 Retorno de Inversión.....	59
Capítulo 7. Generación eléctrica mediante energía solar.....	67
7.1 Proyecto para la generación de electricidad con energía solar en el Complejo México 68.....	67
7.2 Marco regulatorio de la Generación Distribuida.	73
7.3 Requisitos legales para implementación de Generación Distribuida.....	74
7.4 Requisitos técnicos para implementación de Generación Distribuida.....	75
7.5 Propuesta técnica de proyecto de Generación Distribuida.	76
7.6 Cálculo de huella de carbono de las medidas de ahorro de energía.	77
Resultados.....	78
Conclusiones	80
Bibliografía	81
Anexos	83
Anexo 1. Cuestionario Base.....	83
Anexo 2. Censos de Iluminación.....	100
Anexo 3. Censos de Carga.	102
Anexo 4. Ficha técnica del luxómetro	104
Anexo 5. Ficha técnica de panel Fotovoltaico.....	105
Anexo 6. Ficha técnica del inversor	107
Anexo 7. Solicitud para la interconexión.	109
Anexo 8. Aviso sobre el factor de emisión	110

Resumen

Este trabajo describe las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante la Auditoría Energética al Complejo Olímpico México 68, con el objetivo de identificar variables que serán analizadas y dar propuestas de mejora. Dicha auditoría fue efectuada los días 2 y 3 de octubre de 2023 por alumnos de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, bajo supervisión de 2 profesores de la misma institución.

Se llevó a cabo una evaluación de la eficiencia energética en todas las áreas del complejo, tanto en sus edificaciones como en sus espacios exteriores, con el propósito de recopilar información sobre:

- a) En torno al sistema de iluminación, se realizaron mediciones de niveles de iluminación y mediciones de niveles de reflexión.
- b) Se realizó un censo de carga de todo el complejo, donde se contabilizaron todos los dispositivos de consumo de electricidad.

Al realizar la evaluación, se encontraron zonas que no cumplieron con los niveles mínimos de iluminación establecidos en la NOM 025 STPS 2008 (STPS, 2008), “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo”, lo cual será detallado en el documento.

Dado el análisis de la auditoría energética en el complejo se identificaron deficiencias en los sistemas de iluminación, con un incumplimiento significativo de la norma NOM-025-STPS-2008. Se propone la actualización a iluminación LED donde se calcula que la recuperación de la inversión sea en 14 años, ahorrando un consumo del 40% kwh al año y la instalación de un sistema fotovoltaico de 405 paneles para reducir el consumo energético, lo que cubriría parte de la demanda de iluminación y bombas de calor, con una recuperación de inversión estimada en 6 años. Estas mejoras reducirían costos operativos y la huella de carbono.

Summary

This work depicts the results obtained during the energy Audit Complejo Olimpico México'68, with the objective of identifying variables that Will be analyzed and proposals for improvement. This audit was carried out on past days 2 and 3, 2023 by students of the Universidad Autónoma de la Ciudad de México, under the supervision of two teacher's from the same institution.

An evaluation of energy efficiency was conducted in all areas of the complex, both in its buildings and in its outdoor spaces, to collect information about:

- a) Around the lighting System, measurements of illumination levels and measurements of reflection levels were carried out.
- b) A load census of the entire complex was conducted, where all electricity consumption devices were accounted for.

When carrying out the evaluation, areas were found that did not comply with the minimum lighting levels established in the NOM-025-STPS-2008, "Lighting conditions in work centers", which Will be detailed in the document.

Given the analysis of the energy audit in the complex, deficiencies in the lighting systems were identified, with a significant non-compliance with the NOM-025-STPS-2008 standard. The upgrade to LED lighting is proposed where the recovery of the investment is estimated to be in 14 years, saving consumption of 40% kwh per year and the installation of a photovoltaic system of 405 panels is proposed to reduce energy consumption, which would cover part of the demand for lighting and heat pumps, with an estimated investment recovery in 6 years. These improvements would reduce operating costs and carbon footprint.

Introducción

Los centros deportivos de alto rendimiento son fundamentales en la promoción de la actividad física y salud de la comunidad, así como el apoyo a atletas que buscan el máximo rendimiento en sus disciplinas. Sin embargo, para lograr su misión de manera efectiva, es necesario garantizar la calidad de las instalaciones y los servicios.

La evaluación energética de un centro deportivo cobra una importancia destacada, ya que esta tiene un aspecto significativo en la experiencia de los usuarios, abarcando aspectos como la iluminación necesaria para el funcionamiento diario.

La inconsistencia en la iluminación podría deberse a fallas en el mantenimiento o a la falta de uniformidad en la elección de las fuentes de luz. Se realizará una Auditoría Energética al Complejo Olímpico México 68, con el objetivo de identificar variables que pueden ser analizadas y dar propuestas de mejora.

En esta evaluación energética se propone analizar el sistema de iluminación en el centro deportivo, así como proponer soluciones que busquen reducir los costos y mejoren el uso de los recursos con nuevas tecnologías. Estos cambios impactarán de forma positiva en la experiencia de quienes utilizan estas instalaciones.

En un país que enfrenta desafíos de sostenibilidad ambiental y seguridad energética, la búsqueda de soluciones eficientes y renovables se ha vuelto indispensable. En este contexto, la energía fotovoltaica emerge como una opción atractiva y viable. En este diagnóstico energético se propone cómo la implementación de sistemas fotovoltaicos puede ofrecer una solución eficaz para mejorar la eficiencia energética.

→ Justificación

Una auditoría energética implica un análisis exhaustivo de cómo se emplea la energía, abarcando la recopilación de datos de consumo en un sitio para detectar posibles áreas de ahorro y eficiencia. La relevancia de este procedimiento recae en los beneficios derivados de una mejor utilización de los recursos energéticos. En la auditoría energética que se realizó en el Complejo Olímpico México 68' se evaluó las condiciones de iluminación en áreas deportivas, oficinas, pasillos y estacionamientos tomando medidas del nivel de iluminación y reflexión en cada una de ellas.

A partir de estas evaluaciones se puede determinar si las condiciones de iluminación son óptimas para las diferentes actividades que se realizan evitando que se vea afectado el confort del lugar, manteniendo un compromiso con el medio ambiente y la sostenibilidad, lo que es beneficioso desde una perspectiva ecológica como en términos de imagen.

→ Objetivos

- Objetivo general
 - Realizar un análisis del sistema de iluminación en apego a la NOM-025-STPS-2008, evaluar su cumplimiento, proponer medidas de eficiencia energética y generación de electricidad con energía solar.
- Objetivos específicos
 - Determinar las condiciones de iluminación y cumplimiento de la norma NOM-025-STPS-2008.
 - Identificar las oportunidades de mejora en el sistema de iluminación.
 - Evaluar el potencial de ahorro por la sustitución de lámparas más eficientes.
 - Proporcionar recomendaciones específicas para mejorar la eficiencia del sistema de iluminación.
 - Proponer un sistema de generación dónde se emplea energía solar fotovoltaica para alimentar el sistema de iluminación del Complejo Olímpico México 68'.

- Determinar la huella de carbono a partir de tecnologías limpias dónde se emplea energía solar fotovoltaica para alimentar sistema de iluminación del Complejo Olímpico México 68’.

Capítulo 1. Estado del arte

Diagnósticos Energéticos en México

Diagnósticos energéticos a nivel nacional (México)

En México, los diagnósticos energéticos se han consolidado como una herramienta fundamental para mejorar la eficiencia energética en diversos sectores, principalmente el industrial, comercial y de servicios. Estos diagnósticos consisten en la evaluación sistemática del uso de la energía en instalaciones, con el fin de identificar oportunidades de ahorro y mejorar la eficiencia.

Un diagnóstico energético es un recurso positivo en la gestión de una empresa, ya que contribuye a incrementar su rentabilidad al eliminar desperdicios de energía, lo que a su vez reduce los costos de producción. Además, sirve para modernizar los sistemas de producción al sustituir tecnologías obsoletas, ineficientes y costosas. Los diagnósticos energéticos no solo mejoran las condiciones de producción, sino también el ambiente en el que se llevan a cabo, permitiendo frecuentemente mejoras significativas en el rendimiento de las personas y de los procesos.

La implementación de diagnósticos energéticos, realizada por profesionales en la materia, conduce a reducciones en los costos de producción sin comprometer la calidad o la cantidad de los productos o servicios generados.

En México, los diagnósticos energéticos están cada vez más integrados en políticas públicas y programas empresariales, promoviendo la eficiencia energética como un componente esencial para el desarrollo sostenible. En la Ciudad de México (CDMX), en particular, se ha comenzado a implementar diagnósticos energéticos en sectores clave como el transporte, el alumbrado público y los edificios gubernamentales. Sin embargo, aún se enfrentan retos para expandir estas prácticas a todos los sectores de la economía.

Diagnóstico Energético

El diagnóstico energético es una etapa fundamental en la gestión energética. Implica analizar el uso histórico de la energía en relación con los niveles de producción, así como estudiar detalladamente las condiciones de diseño y operación de los equipos, sistemas y procesos involucrados en la actividad empresarial. El diagnóstico energético debe proponer acciones correctivas para optimizar el uso de la energía y evaluar la viabilidad técnica y económica de las mismas, determinando su rentabilidad.

Gestor Energético

El gestor energético es una figura clave que se encarga de promover el uso racional y eficiente de la energía dentro de una empresa o comunidad. Su labor incluye diseñar y ejecutar programas con metas concretas y alcanzables, supervisar su implementación y definir mecanismos de control y comunicación para garantizar su éxito.

Marco normativo y programas nacionales

- **Ley de Transición Energética (LTE):** Establece los lineamientos para la promoción de energías limpias y eficiencia energética, impulsando la realización de diagnósticos energéticos en empresas y edificios.
- **Regulación de la CRE (Comisión Reguladora de Energía):** Define un marco normativo para que los consumidores puedan conectar sus sistemas de **generación distribuida** (principalmente fotovoltaicos) a la red eléctrica, permitiendo el intercambio de energía mediante el esquema de net metering o medición neta.
- **Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE):** Coordinado por la **CONUEE**, promueve el uso racional de energía mediante diagnósticos energéticos y medidas de eficiencia en distintos sectores económicos.

- **NOM-025-STPS-2008:** Norma oficial que regula la **eficiencia energética** y el control de iluminación en centros de trabajo, fundamentales para la evaluación del uso energético en instalaciones industriales y comerciales.

La **generación distribuida**, que incluye principalmente sistemas fotovoltaicos y otras fuentes renovables, permite a empresas, edificios y hogares generar parte de su propia energía, complementando las medidas de eficiencia energética que se identifican en los diagnósticos.

Iniciativas

- **Diagnósticos energéticos industriales:** La **CONUEE** impulsa programas para fomentar la realización de diagnósticos energéticos en industrias con alto consumo de energía, como el sector manufacturero, a través de auditorías energéticas y la identificación de áreas de mejora.
- **Fondos de apoyo:** Existen fondos de financiamiento, como el **FIDE** (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica), que apoyan a las empresas para llevar a cabo diagnósticos energéticos y adoptar tecnologías más eficientes.

Desafíos a nivel nacional

- **Falta de cultura general sobre la eficiencia energética.**
- **Limitada inversión** en tecnologías y procesos eficientes en algunos sectores.
- Necesidad de un **mayor impulso** en los sectores residencial y comercial.

Desafíos locales (CDMX)

- **Conocimiento técnico limitado:** Algunas pequeñas y medianas empresas (PYMES) y sectores residenciales carecen de los conocimientos y recursos necesarios para implementar diagnósticos energéticos.
- **Infraestructura antigua:** Muchos edificios e instalaciones en la CDMX son antiguos y requieren importantes inversiones para mejorar su eficiencia energética.

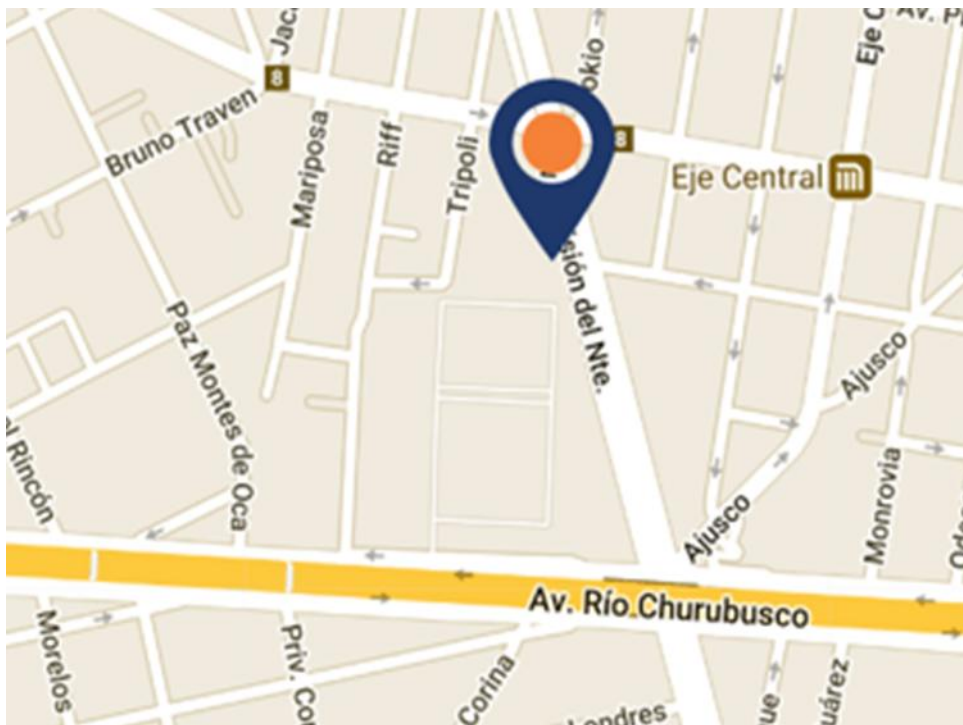
- **Acceso a financiamiento:** A pesar de la existencia de fondos, aún persisten barreras para que ciertos sectores accedan a recursos para implementar mejoras energéticas.

Capítulo 2. Marco contextual

2.1 Información del lugar

El Complejo Olímpico México 68' fue construido con la finalidad de servir como sede principal de los juegos olímpicos que se celebraron en México en el año 1968, por ello se le alude el nombre. Este centro deportivo está localizado en Av. División del Norte # 2333, Col. General Anaya, Alc. Benito Juárez, C.P. 03340, Ciudad de México (fig. 1).

Figura 1 Croquis de localización del Complejo Olímpico México '68.



Fuente: <https://deportivosbenitojuarez.com.mx/complejo-olimpico-mexico-68>

Además de ser sede de los Juegos Olímpicos, también es un importante referente histórico y cultural para el país. A lo largo de los años ha sido utilizada para diversos eventos deportivos, culturales, sociales y es recurrido a diario ya que es un gimnasio Olímpico.

Inicialmente, estaba constituido por:

- El Gimnasio Olímpico Juan de la Barrera que alberga: un estadio de básquetbol con dimensiones de cancha de 28 m largo por 15 m de ancho, salones de prensa, salón COI, yoga y judo, pasillos y sanitarios. Con dimensiones totales obtenidas de Google earth de aproximadamente 70 m de largo por 80 m de ancho.
- La Alberca Olímpica Francisco Márquez que cuenta con: una alberca de competencia de 50 m de largo por 25 m de ancho con una profundidad de 2.7 m, fosa de clavados con 20 m de ancho por 20 m de largo, con una profundidad de 5 m con sus respectivas plataformas que van desde los 3 m hasta los 10 m de altura, alberca para calentamiento con 30 m de largo por 25 m ancho con una profundidad de 2 m, vestidores y regaderas, jacuzzi, lockers, enfermería, salón de usos múltiples, sala de juntas, sanitarios, pasillos, áreas de acceso y estacionamiento techado, así como oficinas de administración, deportivas, coordinación, recursos humanos, mantenimiento, área de cajas, entre otras. Con dimensiones totales obtenidas de Google Earth de aproximadamente 100 m de ancho por 110 m de largo.

Para el año de 1996 se construyó el edificio Eduardo Gorráez ubicado a un costado del Gimnasio y la Alberca Olímpica, donde se encuentran: canchas de squash, básquetbol y fútbol, además cuenta con gimnasio, sanitarios y pasillos. Con dimensiones totales obtenidas de Google Earth de aproximadamente 100 m de ancho por 30 m de largo.

En la parte exterior se encuentran estacionamientos, campo de tocho bandera con medidas de 55 m de largo por 28 m de ancho, cancha de voleibol de playa con 16m

de ancho por 8 m largo, cancha de pádel con 10 m de ancho por 20 m de largo y dos canchas de básquetbol con 15 m de ancho por 28 m de largo cada una, así como sistema de captación de agua pluvial.

Este centro deportivo es visitado diariamente por un aproximado de 7,000 personas, de lunes a domingo, en su horario de servicio de 5:00 a 23:00 h. Las actividades que se ofertan en este complejo son para todo tipo de público y están enlistadas en la siguiente tabla (tabla 1).

Tabla 1 Lista de actividades deportivas.

Actividades deportivas				
Aguas abiertas	Box	Tiro con arco	Básquetbol	Pádel
Natación	Waterpolo	Buceo	Vóleibol	Yoga
Judo	Squash	Clavados	Halterofilia	Lima lama
Karate	Taekwondo	Tocha bandera	Gimnasio	Fitness

Fuente: Elaboración propia.

Las instalaciones del complejo Olímpico México 68' están bajo la jurisdicción de la Alcaldía Benito Juárez de la ciudad de México y cuenta con instalaciones del Instituto del Deporte del Gobierno de la Ciudad de México. La evaluación energética se centra exclusivamente en las instalaciones que le competen a la Alcaldía Benito Juárez.

Toda la información fue recabada durante las dos visitas de reconocimiento realizadas los días 2 y 3 de octubre del año 2023, fue registrada en un cuestionario base, el cual fue preparado previamente. (Ver Anexo 1).

Capítulo 3. Metodología y levantamiento de información

3.1 Sistema de Iluminación

La iluminación se refiere al proceso de proporcionar luz natural o artificial en un espacio, con el propósito de permitir la visión, de cumplir necesidades funcionales, crear ambientes de seguridad y confort en espacios públicos, edificios y hogares.

Los factores que componen las condiciones de iluminación son: la Iluminación natural, se le llama así a toda la luz que proviene directa o indirectamente del sol; la iluminación artificial, que es cuando se emplean dispositivos eléctricos para producirla y la reflexión, siendo esta la luz que incide en un cuerpo y es proyectada o reflejada por su superficie con el mismo ángulo con el que incidió.

Con la finalidad de verificar que las condiciones de iluminación en cada espacio sean las adecuadas, se empleó como base la "Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008", Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo", la cual nos indica la metodología a seguir y los requerimientos que se deben cumplir dependiendo de las características de cada área que fue evaluada. El equipo de trabajo siguió la metodología que marca la propia Mexicana NOM-025-STPS-2008 (STPS, 2008) Esta inicia con un recorrido por todas las áreas con la finalidad de identificarlas y registrarlas.

Con la información recabada a partir de reconocimiento realizado, se identificaron las zonas donde se utiliza iluminación artificial, y antes de realizar las mediciones, se encendieron las lámparas, permitiendo que el flujo de luz se estabilizara.

La evaluación de los niveles de iluminación se realizó bajo condiciones normales de operación, identificando aquéllas donde existe una iluminación deficiente o exceso de iluminación que provoque deslumbramiento.

En las áreas dónde no influye la luz natural, se efectuó una única medición en horario indistinto.

En las áreas dónde sí influye la luz natural, se efectuaron tres mediciones, la primera durante un horario que denominamos "mañana" que abarca desde las 9:00 h hasta las 13:30 h, la segunda en un horario que denominamos "tarde" que abarca desde 15:30 h hasta las 16:15 h y por último una tercera medición "noche" realizada en un horario de las 18:30 h hasta las 20:20 h.

Toda la información obtenida durante las visitas de reconocimiento realizadas los días 2 y 3 de octubre del año 2023, fue recabada y registrada en el Anexo 2 Censos de Iluminación que fue preparado previamente, el cuál fue llenado por área de trabajo. (Ver Anexo 2).

Para determinar la ubicación de los puntos de medición se tomaron en cuenta las necesidades y características de cada zona, la ubicación de las luminarias y el cálculo del índice de área contenido en el apéndice A de la NOM-025-STPS-2008 (STPS, 2008).

Para realizar el cálculo de Índice de área de una zona, se calcularon el largo del lugar, el ancho y la altura de la luminaria respecto al plano que se está evaluando, en metros, como se muestra en la ecuación 1.

$$\text{Índice de área} = \frac{(Largo)(Ancho)}{Altura (Largo+Ancho)} \quad [1]$$

Ecuación 1: Cálculo de índice de área

Una vez obtenido el índice de área, el resultado se comparó con la tabla A1 contenido en el Apéndice de la NOM. y así se determinó el número mínimo de zonas a evaluar como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Relación entre el índice de área y el número de zonas de medición.

Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 ≤ IC < 2	9	12
2 ≤ IC < 3	16	20
3 ≤ IC	25	30

Fuente: NOM-025-STPS-2008

Habiendo determinado el número de zonas a evaluar, las mediciones se realizaron empleando un luxómetro, el cuál es un instrumento que convierte la luz incidente sobre él en una corriente eléctrica, al medir esta corriente el dispositivo puede calcular el valor de la luz registrado en luxes. Cabe destacar que el luxómetro fue proporcionado por la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Ficha técnica del luxómetro LM-200LED empleado en la auditoría energética. (ver Anexó 4).

Para evaluar el factor de reflexión de las superficies en las áreas seleccionadas empleamos nuevamente el luxómetro y las zonas de medición fueron las mismas que se establecieron anteriormente.

La primera medición se realizó con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de 10 cm $\pm$ 2 cm, hasta que la lectura permaneció constante. La segunda medición se hizo con la fotocelda orientada en sentido contrario, para medir la luz incidente (reflexión) según el Apéndice B de la NOM-025-STPS-2008.

Cuando se determine los niveles de iluminación de cada área de trabajo, se corroborarán con los niveles mínimos establecidos por la NOM, para determinar si estos cumplen o no. En la tabla 3 se especifican los niveles mínimos de iluminación según el área de trabajo.

Tabla 3 Niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles mínimos de iluminación (Luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos	20
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
Requerimiento visual simple: inspección visual y recuento de piezas, trabajo de banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.		
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión ensamble e inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble o inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeños. Exactas y muy prolongadas, y muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2,000

Fuente: NOM-025-STPS-2008.

Una iluminación eficiente puede reducir significativamente en los costos de energía con el uso de tecnologías modernas, como las luces LED y los sistemas de control de iluminación, ofreciendo opciones más eficientes que ayudan a reducir el consumo de energía y mejorando el confort del usuario , además del cumplimiento normativo que se debe realizar por parte de una Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas (UVIE) que esté debidamente acreditada a la NOM-025-STPS-2008 (STPS, 2008) y pueda emitir un dictamen de verificación para garantizar la seguridad así como la comodidad de los usuarios y el personal del complejo.

Se realizaron 2,160 mediciones de niveles de iluminación y 396 mediciones de niveles de reflexión, todos estos datos recabados los obtuvimos y anotamos apoyándonos en el Anexo 2 Censos de Iluminación. (Ver Anexo 2)

3.2 Censo de cargas

Un Censo de cargas es una recopilación de información sobre todos los dispositivos y equipos eléctricos en una instalación, esto se basa en identificarlos y registrarlos junto con sus especificaciones de consumo de energía. Este proceso permite calcular la carga total de la instalación, lo que es fundamental para determinar la capacidad requerida para el suministro eléctrico, garantizar una distribución eficiente de la energía y planificar futuras expansiones o mejoras en la infraestructura eléctrica.

Este se realiza a partir de una inspección visual del lugar, donde se identifican los diversos dispositivos eléctricos, se registran y se calcula su consumo total de electricidad.

Para llevar a cabo el censo de cargas en el Complejo Olímpico México 68', se recorrieron los 3 edificios que lo componen, así como sus áreas exteriores que conforman patios y estacionamientos, durante los días 2 y 3 de octubre del 2023, En este proceso se mantuvo un registro en el Anexo 3 Censos de Carga, asignando un formato diseñado específicamente para este propósito a cada área.

Dentro de este formato, se recopilaron datos como la ubicación específica donde se realizó el censo, junto con un listado de todos los dispositivos electrónicos y sus características como: marca, modelo, dimensiones y potencia. Además, se tomó evidencia fotográfica de los dispositivos ubicados en áreas elevadas, con el propósito de comparar estas imágenes con catálogos de proveedores.

Se recopilaron 40 censos de carga en un formato previamente establecido. Se emplearon 7 de estos para el edificio Eduardo Gorráez, 4 para el gimnasio Juan de la Barrera, 25 para la alberca olímpica Francisco Márquez y 4 para las zonas perimetrales (Ver Anexo 3)

3.3 Levantamiento

Para realizar el levantamiento se dividió el complejo en 4 zonas principales de trabajo las cuales son: Gimnasio Juan de la Barrera, Anexo Eduardo Gorraéz, Alberca Olímpica, y Perimetrales. (Ver Figura 2)

Figura 2 Complejo Olímpico México 68' seccionado



Fuente: Elaboración propia con imagen de Google Earth.

Los instrumentos utilizados durante la evaluación son: Un flexómetro para sacar las dimensiones de cada área de trabajo y un luxómetro para medir la cantidad de luxes y niveles de reflexión (Ver Anexo 4). También se identificaron zonas donde la iluminación pudiera ser insuficiente o excesiva, lo que podría afectar el confort de los usuarios y trabajadores. Factores importantes como la luz natural, se tomaron en cuenta debido a su influencia en las mediciones, además de observar el estado de las luminarias, verificar si estaban dañadas o presentaban algún frikeo. En el anexo de iluminación (ver Anexo 2) se anotó toda la información recabada.

En el transcurso del día se realizaron cuatro mediciones; tres fueron por horario (Mañana, Tarde y Noche) y la cuarta fue medición única, esta última se hacía en los lugares cerrados donde la luz natural no influía y en los lugares que se encuentran en el exterior.

Figura 3 Gimnasio Juan de la Barrera



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4. Análisis del sistema de iluminación

Se presenta un análisis detallado del sistema de iluminación de las instalaciones bajo estudio. La correcta iluminación es un factor clave para garantizar la seguridad, funcionalidad y eficiencia en el uso de los espacios, especialmente en recintos deportivos y áreas de gran afluencia. A través de una evaluación técnica de las condiciones actuales, se identificarán las áreas que no cumplen con las normativas establecidas.

4.1 Gimnasio Juan de la Barrera

4.1.1 Análisis del Gimnasio Juan Barrera Medición Única.

Tabla 4 Análisis de iluminación del Gimnasio Juan de la de la Barrera, Medición Única.

Gimnasio Juan Barrera Medición Única	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no cumple
Pasillos laterales horizontales a la entrada izquierda	294.7	57.6	100	Si
Pasillos laterales horizontales a la entrada derecha	217.3	28.3	100	Si
Gradas	211.5	36.5	100	Si
Exterior C	503.1	148.2	100	Si
Exterior B	418.8	196	100	Si

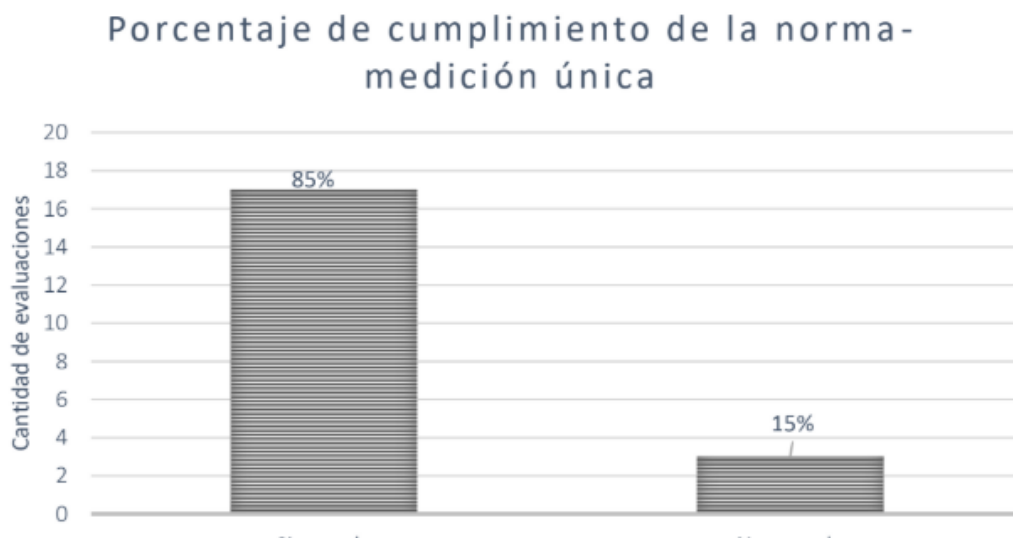
Perimetral Oeste	17.6	14.4	20	No
Perimetral Norte	0.4		20	No
Pasillos laterales horizontal izquierdo	294.7	57.6	100	Si
Pasillos laterales horizontal derecho	217.3	28.3	100	Si
Pasillo bajo las gradas	230.2	37.8	100	Si
Pasillo exterior acceso C	503.1	148.2	100	Si
Pasillo exterior acceso B	418.8	196.0	100	Si
Baños acceso A hombres	352.6	108.5	100	Si
Baños acceso A mujeres	283.3	74.0	100	Si
Baños acceso B hombres	322.6	64.5	100	Si
Baños acceso B mujeres	58.9	17.0	100	No
Baños acceso C hombres	121.6	51.5	100	Si
Baños acceso C mujeres	350.6	105.5	100	Si
Baños acceso D hombres	328.0	62.0	100	Si

Baños acceso D mujeres	537.0	95.0	100	Si
---------------------------	-------	------	-----	----

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 1 se tiene el porcentaje de las 20 zonas que se evaluaron con medición única, para lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 1. Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el Gimnasio Juan de la Barrera, medición única.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las mediciones únicas del gimnasio Juan de la Barrera que el 85% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

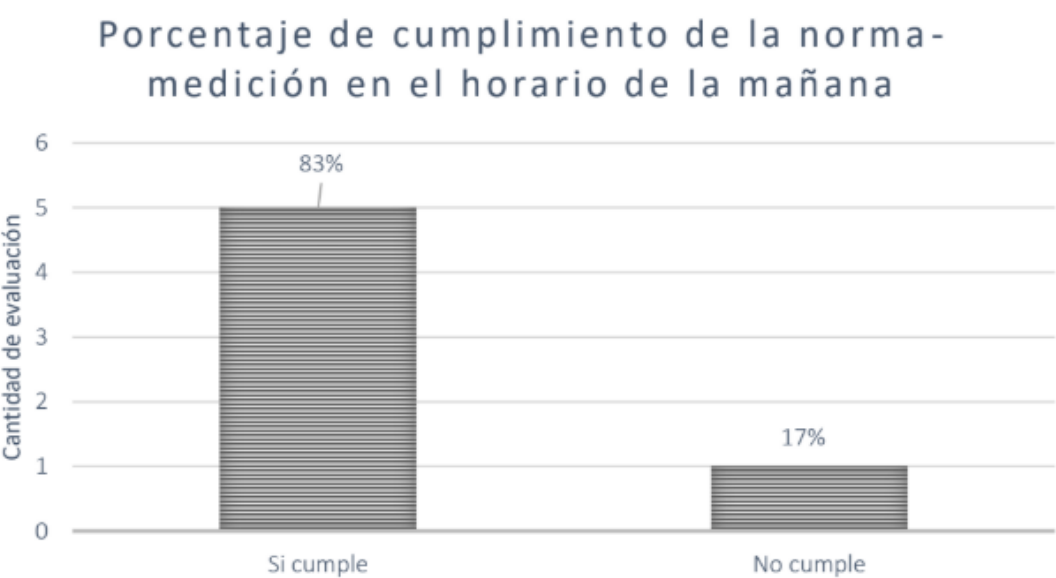
4.1.2 Análisis del Juan de la Barrea medición el horario de la mañana.

Tabla 5. Análisis de iluminación del Gimnasio Juan de la de la Barrera, Medición en el horario de la mañana.

Gimnasio Juan de la Barrea medición mañana	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no la NOM
Cancha de básquetbol	487.6	176.0	200	Si
Gradas básquetbol nivel 1	424.0	45.5	100	Si
Gradas básquetbol nivel 2	313.2	36.1	100	Si
Pasillo entrada principal	298.0	68.8	100	Si
Salón Coi	153.8	58.0	300	No
Pasillo entrada 2	284.7	135.0	100	Si

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 2 se tiene el porcentaje de las 6 zonas que se evaluaron con mediciones en el horario de la mañana para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las mediciones en el horario de la mañana del gimnasio Juan de la Barrera, que el 83% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.1.3 Análisis del Gimnasio Juan de la Barrera medición en el horario de la noche.

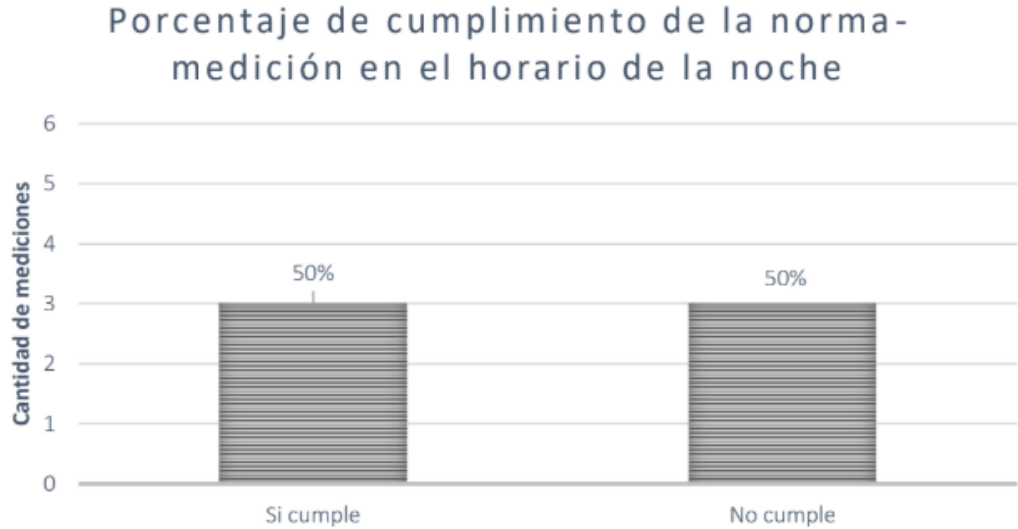
Tabla 6. Análisis de iluminación del Gimnasio Juan de la de la Barrera, Medición en el horario de la noche.

Juan de la Barrera medición Noche	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no cumple
Estadio de Básquet	207.8	64.1	200	Si
Gradas de Básquet Nivel 1	224.7	24.2	100	Si
Gradas de Básquet Nivel 2	95.7	22.0	100	No
Entrada principal	193.4	1.1	100	Si
Entrada principal puerta cristal	98.8	4.6	100	No
Salón COI	120.8	35.1	300	No

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 3 se tiene el porcentaje de las 6 zonas que se evaluaron con mediciones en el horario de la noche, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 3. Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el edificio Juan de la Barrera, medición en el horario de la noche.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las mediciones en el horario de la noche del gimnasio Juan de la Barrera, que el 50% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.2 Anexo Eduardo Gorráez

4.2.1 Análisis del Anexo Eduardo Gorráez Medición Única.

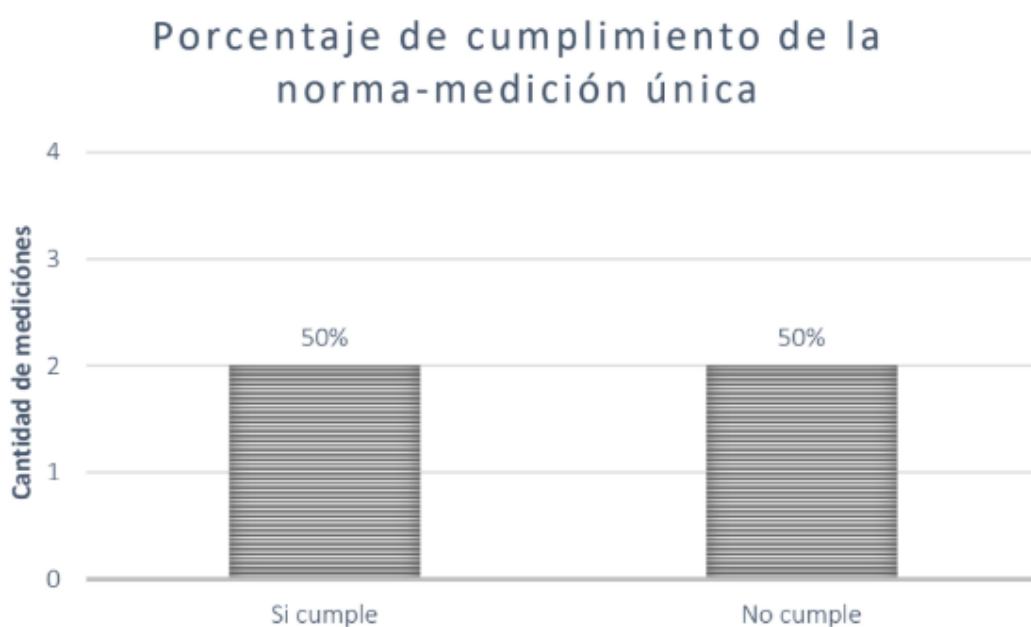
Tabla 7. Análisis de iluminación del Anexo Eduardo Gorráez, Medición Única.

Anexo Eduardo Gorráez Medición Única	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no cumple
Anexo Baño de Mujeres	118.0	9.5	100	Si
Anexo Baño de Hombres	4.4	40.1	100	No
Anexo EG baño hombres	4.0	40.1	100	No
Anexo EG baño mujeres	118.1	9.5	100	Si

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 4 se tiene el porcentaje de las 4 zonas que se evaluaron con medición única, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 4 Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el edificio Anexo Eduardo Gorráez, medición única.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las mediciones únicas del gimnasio Anexo Eduardo Gorráez, que el 50% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.2.2 Análisis del Anexo Eduardo Gorráez Medición en el horario de la mañana.

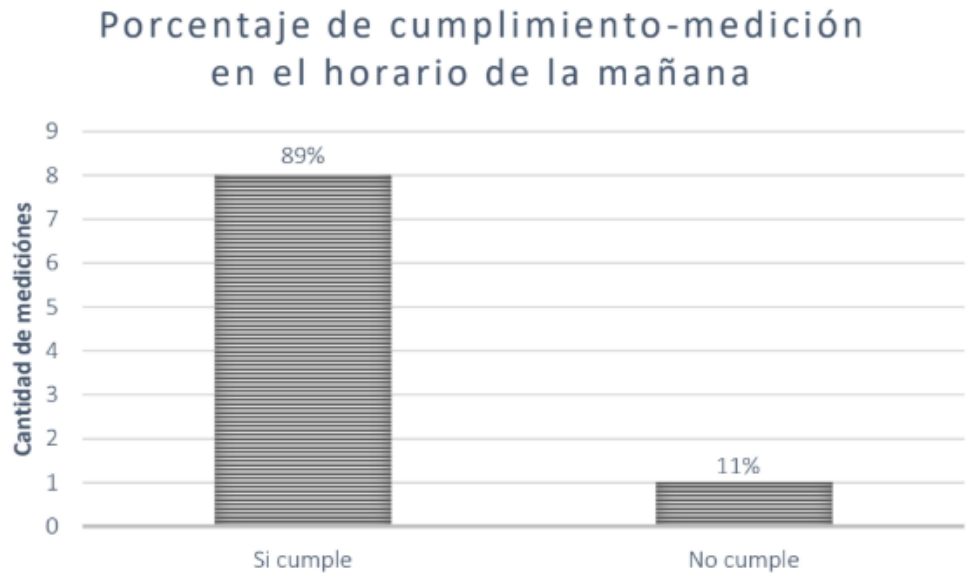
Tabla 8 Análisis de iluminación del Anexo Eduardo Gorráez, Medición en el horario de la mañana.

Anexo Eduardo Gorráez medición mañana	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no la NOM
Cancha de básquetbol	127.7	59.2	200	No
Pasillo 1	335.5	33.0	100	Si
Pasillo 2	187.7	25.7	100	Si
Fútbol Sala	311.0	37.1	200	Si
Squash baños	710.0	229.4	100	Si
Gradas	300.0	23.6	100	Si
Gimnasio	383.5	2.0	200	Si
Squash Izquierdo	232.7	41.2	200	Si
Squash Derecho	234.0	43.0	200	Si

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 5 se tiene el porcentaje de las 9 zonas que se evaluaron con mediciones en el horario de la mañana, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 5 Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el edificio Anexo Eduardo Gorráez, medición en el horario de la mañana.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa las mediciones en el horario de la mañana del gimnasio Anexo Eduardo Gorráez, que el 89% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.2.3 Análisis del Anexo Eduardo Gorráez Medición en el horario de la tarde.

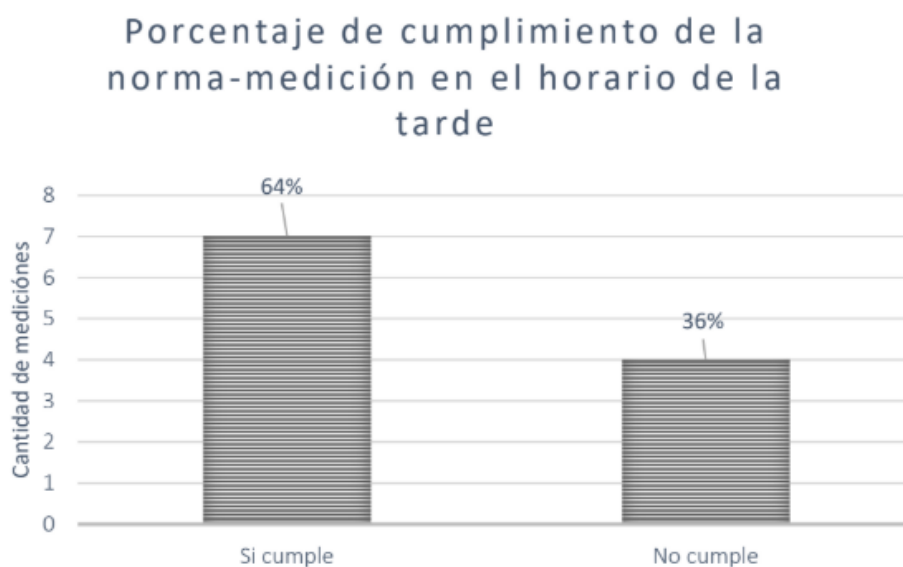
Tabla 9 Análisis de iluminación del Anexo Eduardo Gorráez, Medición en el horario de la tarde.

Anexo Eduardo Gorráez medición tarde	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no cumple
Cancha de básquetbol	23.1	8.2	200	No
Pasillo 1	167.7	17.5	100	Si
Pasillo 2	181.5	24.5	100	Si
Fútbol sala	49.8	2.6	200	No
Baños Hombres	111.2	7.0	100	Si
Baños Mujeres	85.5	9.8	100	No
Gradas	25.2	2.5	100	No
Gimnasio	32.1	5.4	200	No
Squash Derecho	136.8	25.0	200	No
Squash Izquierdo	17.5	4.5	200	No
Squash baños	447	90.6	200	Si

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 6 se tiene el porcentaje de las 8 zonas que se evaluaron con mediciones en el horario de la tarde, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 6 Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el edificio Anexo Eduardo Gorráez, medición en el horario de la tarde.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa con mediciones en el horario de la tarde del gimnasio Anexo Eduardo Gorráez, que el 64% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.2.4 Análisis del Anexo Eduardo Gorráez Medición en el horario de la noche.

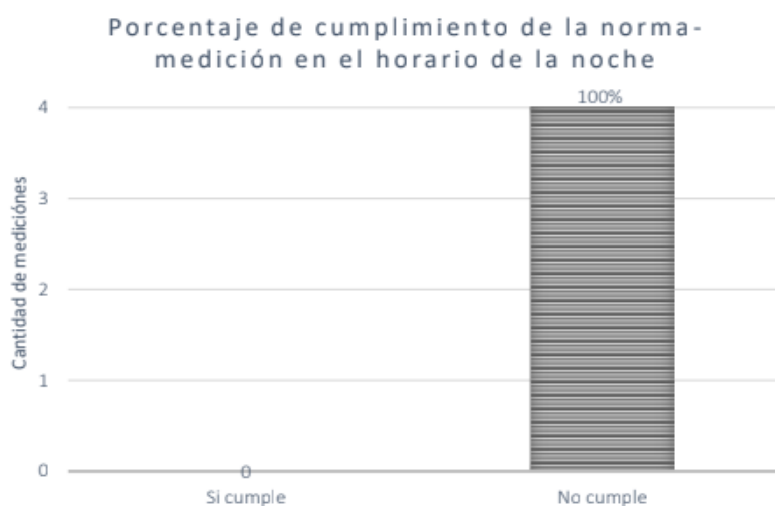
Tabla 10 Análisis de iluminación del Anexo Eduardo Gorráez, Medición en el horario de la noche.

Anexo Eduardo Gorráez medición Noche	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no cumple
Fútbol sala	24.9	4.5	200	No
Cancha de basquetbol	33.9	9.4	200	No
Gradas	10.3	6.4	100	No
Gimnasio	32.1	4.2	200	No

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 7 se tiene el porcentaje de las 4 zonas que se evaluaron con mediciones en el horario de la noche, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Grafica. Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el edificio Anexo Eduardo Gorráez, medición en el horario de la noche.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa con mediciones en el horario la noche del Anexo Eduardo Gorráez, que el 100% de las zonas evaluadas no cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.3 Alberca Olímpica

4.3.1 Análisis de la Alberca Olímpica Medición Única.

Tabla 11 Análisis de iluminación de la Alberca Olímpica, Medición Única.

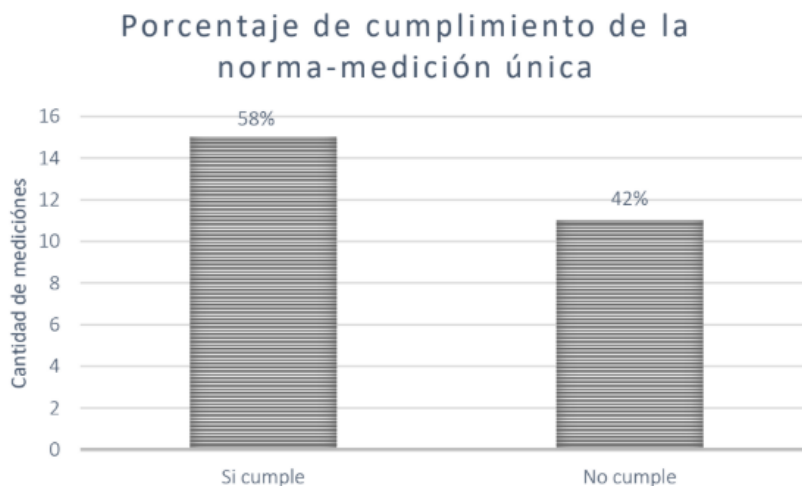
Alberca Olímpica Medición Única	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no cumple
Oficina Baño hombres	188.5	32.0	100	Si
Oficina Baño mujeres	288.0	45.5	100	Si
Oficina Administración deportiva	202.6	28.0	300	No
Oficina Administración deportiva 2	231.6	70.5	300	No
Oficina coordinación 1	182.0	11.0	300	No
Oficina coordinación 2	322.5	41.0	300	Si
Oficina coordinación 3	152.2	35.0	300	No
Oficina coordinación 4	451.0	64.2	300	Si
Oficina eventos deportivos	493.8	93.0	300	Si

Oficina recursos humanos 1	377.7	52.6	300	Si
Oficina recursos humanos 2	595.0	54.0	300	Si
Oficina baño de mujeres 2	232.3	54.3	100	Si
Oficina baño de hombres 2	238.3	32.6	100	Si
Oficina sala de juntas	299.4	60.6	300	No
Oficina desarrollo del deporte	303.0	29.5	300	Si
Oficina asistencia BJ	270.6	52.5	300	No
Oficina 1	345.0	76.3	300	Si
Oficina 2	221.3	33.0	300	No
Alberca calentamiento	94.8	28.7	200	No
Salón lockers	26.5	18.8	100	No
Salón espejos	69.0	18.7	200	No
Servicio médico	135.4	66.2	300	No
Vestidor hombres	163.8	21.2	100	Si
Vestidor mujeres	166.5	23.5	100	Si
Vestidor niños	251.7	63.0	100	Si
Vestidor niñas	226.7	58.5	100	Si

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 8 se tiene el porcentaje de las 16 zonas que se evaluaron con medición única, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 8 Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el edificio Alberca Olímpica, medición única



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las mediciones únicas de la Alberca Olímpica, que el 58% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.3.2 Análisis de la Alberca Olímpica Medición en el horario de la Mañana.

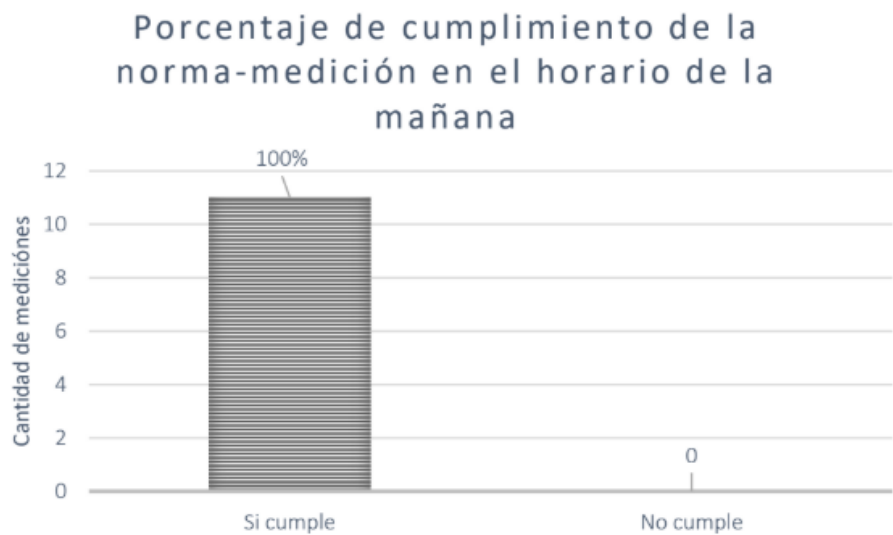
Tabla 12 Análisis de iluminación de la Alberca Olímpica, Medición en el horario de la mañana.

Alberca Olímpica Medición Mañana	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no la NOM
Calistenia	342.4	23.6	200	Si
Entrada torniquetes	181.9	43.7	100	Si
Pasillo 13	261.4	18.0	100	Si
Estacionamiento techado	61.7	4.2	50	Si
Pasillo sur	216.3	18.1	100	Si
Plataforma de clavados	277.4	61.0	200	Si
Pasillo este - Norte	227.0	35.8	100	Si
Pasillo oeste	168.9	45.0	100	Si
Perimetral alberca olímpica	407.7	124.2	100	Si
Gradas Oeste	780.7	5.5	100	Si
Gradas este	695.0	5.8	100	Si

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 9 se tiene el porcentaje de las 12 zonas que se evaluaron con mediciones en el horario de la mañana, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 9 Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el edificio Alberca Olímpica, medición en el horario de la mañana.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las mediciones que se hicieron en el horario de la mañana de la Alberca Olímpica, que el 100% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.3.3 Análisis de la Alberca Olímpica Medición en el horario de la tarde.

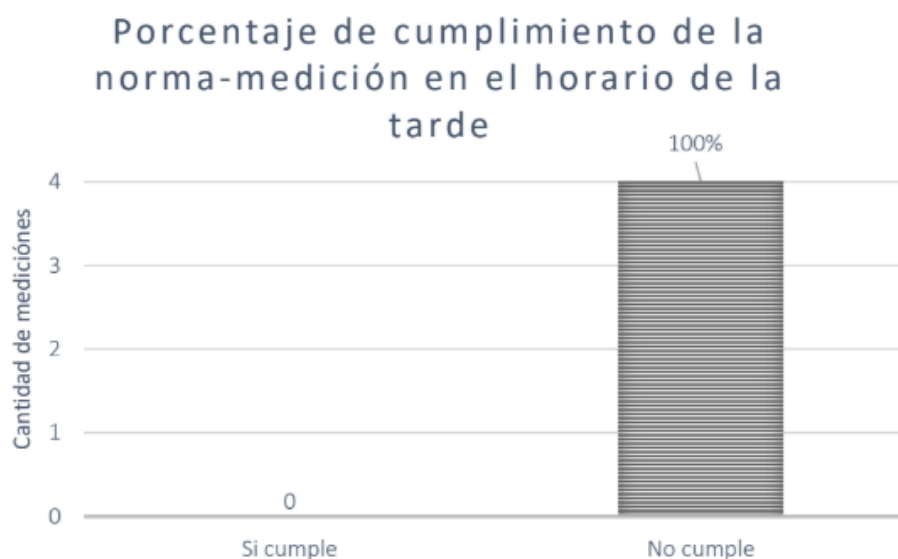
Tabla 13 Análisis de iluminación de la Alberca Olímpica, Medición en el horario de la tarde.

Alberca Olímpica medición tarde	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no cumple
Calistenia	17.3	6.0	200	No
Entrada torniquetes	30.3	9.5	100	No
Pasillo 13	48.5	36.7	100	No
Estacionamiento techado	31.0	3.0	50	No

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 10 se tiene el porcentaje de las 4 zonas que se evaluaron con mediciones en el horario de la tarde, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 10 Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el edificio Alberca Olímpica, medición en el horario de la tarde.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las mediciones en el horario de la tarde de la Alberca Olímpica, que el 100% de las zonas evaluadas no cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.3.4 Análisis de la Alberca Olímpica Medición en el horario de la Noche.

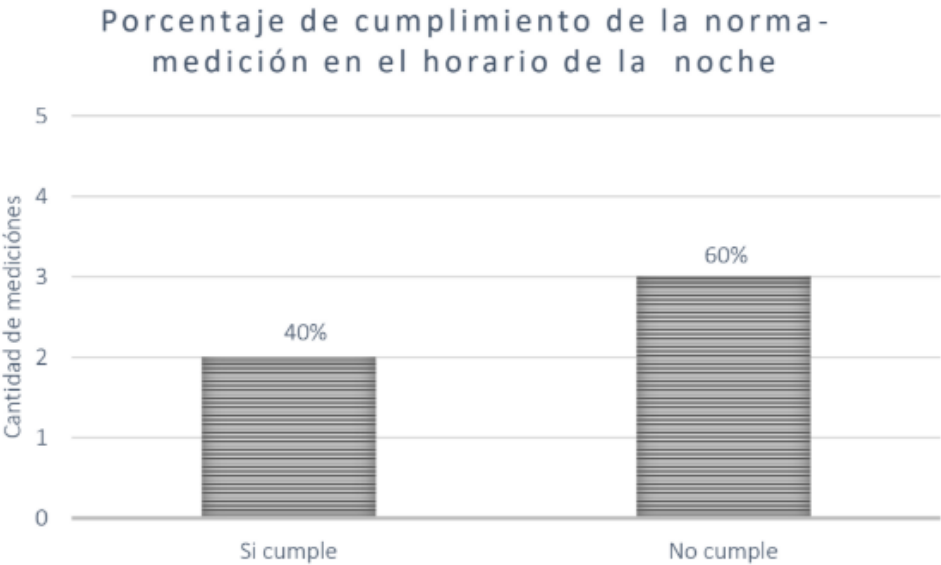
Tabla 14 Análisis de iluminación de la Alberca Olímpica, Medición en el horario de la noche.

Alberca Olímpica medición noche	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no cumple
Fosa de clavados	3.5	0.0	200	No
Pasillo de Oeste a Norte	142.25	23.6	100	Si
Pasillo Este	146.54	38.8	100	Si
Gradas Oeste	18.11	2.3	100	No
Gradas Este	35.42	2.0	100	No

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 11 se tiene el porcentaje de las 5 zonas que se evaluaron con mediciones en el horario de la noche, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 11 Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para el edificio Alberca Olímpica, medición en el horario de la noche.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las mediciones que se hicieron en el horario de la noche de la Alberca Olímpica, que el 40% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

4.4 Áreas Perimetrales

4.4.1 Análisis de áreas Perimetrales Medición Única.

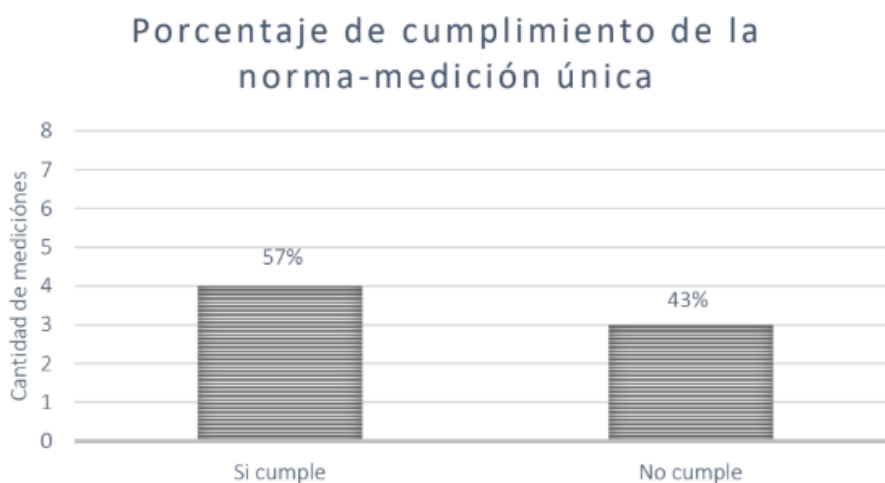
Tabla 15 Análisis de iluminación de Perimetrales, Medición Única.

Perimetrales Medición Única	Promedio de nivel de iluminación (lx)	Promedio de reflexión(lx)	Requerimientos mínimos de iluminación que indica la NOM-025 (lx)	Cumple o no cumple
Patio Anexo Enrique Gorráez	8.2	0.3	20	No
Perimetral Sur	10.2	2.1	20	No
Perimetral Norte	27.0	5.7	20	Si
Perimetral Norte Seguridad	0.4	1.3	20	No
Estacionamiento riff	30.3	1.7	20	Si
Cancha de Pádel	193.8	6.8	50	Si
Cancha de Tocho bandera	57.4	3.4	50	Si

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 12 se tiene el porcentaje de las 8 zonas que se evaluaron con medición única, para cada lugar se obtuvieron sus promedios de iluminación y reflexión, se compararon con los datos establecidos en la NOM-025-STPS-2008 de luxes requeridos acordes a la zona de trabajo para verificar si cumplen o no con lo que se nos indica.

Gráfica 12 Porcentaje de cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 para Áreas Perimetrales, medición única.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa en las mediciones únicas del área perimetral, que el 57% de las zonas evaluadas cumplen con los requerimientos de la NOM-025-STPS-2008.

Capítulo 5. Análisis de consumo de energía eléctrica.

Después de completar el registro del censo de cargas se calculó la demanda de potencia eléctrica en todas las instalaciones del Complejo Olímpico México 68', diferenciándose según los diversos tipos de aparatos eléctricos detallados en la Tabla 16.

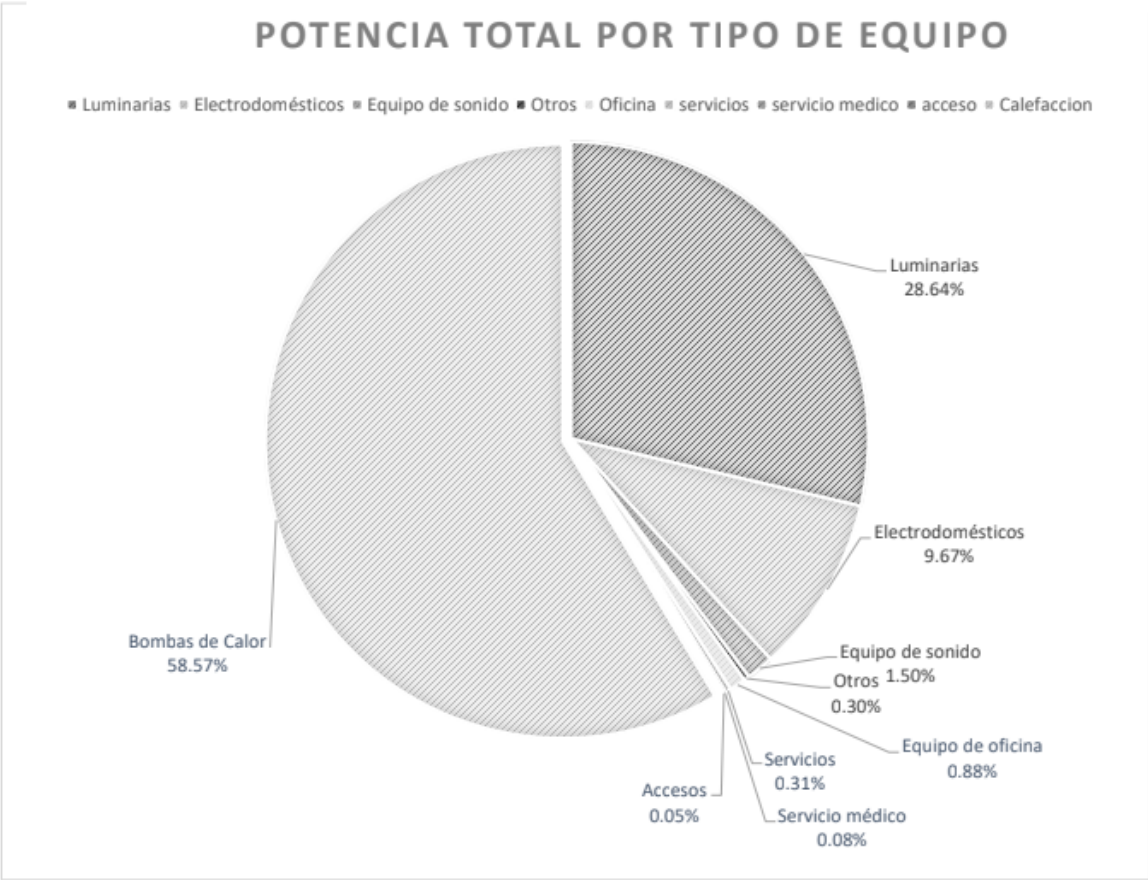
Tabla 16 Listado de los equipos eléctricos del Complejo Olímpico México 68'.

Equipo	Cantidad	Potencia total (W)	% de potencia demandada
Luminarias	1,798	91,136	28.64%
Electrodomésticos	58	30,762	9.67%
Equipo de sonido	77	4,766	1.50%
Otros	15	940	0.29%
Equipo de oficina	66	2,810	0.88%
Servicios	1	1,000	0.31%
Servicio médico	3	270	0.08%
Acceso	9	170	0.05%
Bombas de calor	8	186,400	58.57%
Total	2,035	352,654	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Únicamente las bombas de calor constituyen el 58.57% de la potencia demandada, seguidas por la iluminación con un 28.64% y los diversos electrodomésticos que son utilizados en todo el complejo representan tan solo el 9.67%.

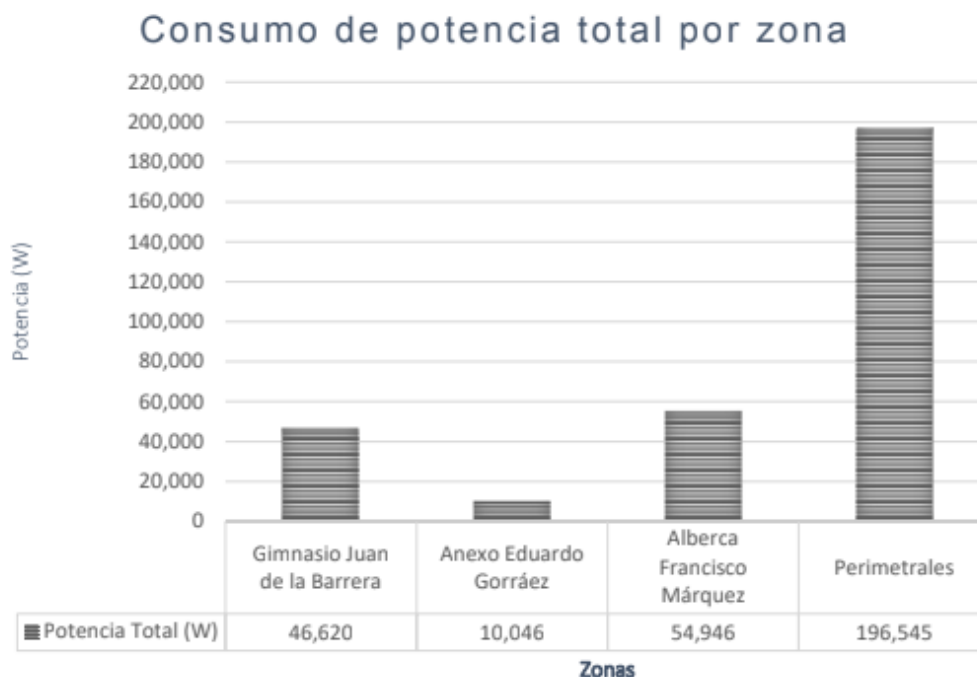
Grafica 13 Potencia total demandada por tipo de equipo en el Complejo Olímpico México 68'.



Fuente: Elaboración propia.

El consumo de la potencia (w) total por zona se ve reflejado en la gráfica 14, donde se analiza cuál es el área que más demanda energía eléctrica.

Gráfica 14 Comparación de la potencia total requerida por cada área en el Complejo Olímpico México 68’.

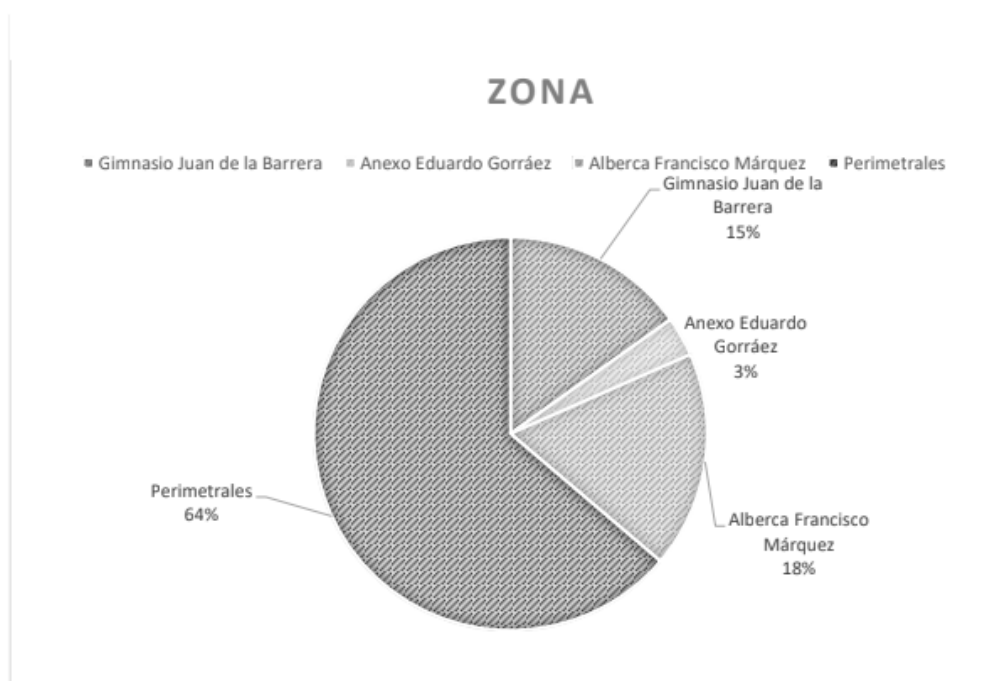


Fuente: Elaboración propia.

Los perimetrales como bien se ve en la figura 2, son las áreas exteriores del Complejo Olímpico México ´68 a menudo requieren iluminación durante toda la noche para garantizar seguridad y visibilidad para las diferentes actividades que los usuarios y trabajadores. Este uso prolongado de la iluminación exterior contribuye significativamente al consumo de energía eléctrica.

Una vez segmentado el Complejo Olímpico en 4 áreas específicas, se observó que el área perimetral es la que representa una demanda de potencia más alta, consumiendo un 64% del total. La Alberca Francisco Márquez le sigue con un 18%, luego el Gimnasio Juan de la Barrera con 15% y finalmente el Anexo Eduardo Gorraéz que solo consume un 3% de la potencia total. Como lo vemos representado en la gráfica 15.

Grafica 15 Comparación de la potencia total requerida por cada área en el Complejo Olímpico México 68'.



Fuente: Elaboración propia.

Las zonas exteriores demandan más energía eléctrica debido a la necesidad de iluminación por las noches.

Capítulo 6. Medidas de control al sistema de iluminación.

Con base en los resultados mostrados en el análisis de iluminación efectuado a partir de la NOM-025-STPS-2008 se identificaron áreas que deslumbran a los usuarios, así como también se observó que en otras zonas los niveles de iluminación están por debajo de los niveles indicados.

Se deben tomar las medidas de control necesarias como:

a) Mantenimiento:

- La limpieza de las luminarias;
- El reemplazo de las luminarias;
- La ventilación de las luminarias;

b) modificar el sistema de iluminación o su distribución y/o instalación de iluminación adicional o local.

Se recomienda el cambio de luminarias o en su caso aumentar la cantidad de estas en las zonas donde hay un déficit en la iluminación.

6.1 Censo de luminarias y recomendaciones para las medidas de control al sistema de iluminación

- Para el gimnasio Juan de la Barrera el 50% de sus instalaciones cumple con la norma las zonas identificadas que no la cumplen son: zona alta de las gradas y zona de banca a nivel de cancha.
- En las Áreas Perimetrales el cumplimiento de la norma se presenta en el 57% del primer lugar, las zonas que no lo cumplen son: perimetral norte y sur.
- Mientras que en el anexo Eduardo Gorráez y la Alberca Olímpica Francisco Márquez ninguna zona cumplió la norma, por lo que se presentan como zonas críticas de mejora en las luminarias.

En las siguientes tablas se mostrarán los resultados del censo de cargas de las luminarias en las distintas áreas del complejo, donde se estará proponiendo cuales lámparas necesitan mantenimiento o reemplazo.

6.1.1 Gimnasio Juan de la Barrera

Tabla 17 Listado de luminaria Gimnasio Juan de la Barrera

Equipo	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Recomendaciones para las medidas de control
Luminaria	Led	127	48	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	49	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	71	100	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	160	18	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	53	11	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	1	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Reflector fluorescente	20	240	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Hg T8	28	32	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Vapor de sodio	8	150	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Vapor de sodio	5	120	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Vapor de sodio	27	135	Reemplazo de las luminarias a LED

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Anexo Eduardo Gorráez

Tabla 18 Listado de luminarias Anexo Eduardo Gorráez

Equipo	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Recomendaciones para las medidas de control
Luminaria	Led	8	100	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	1	50	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	16	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	64	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	14	60	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	18	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Hg T12	48	36	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Hg T8	44	32	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Vapor de sodio (foco)	31	135	Reemplazo de las luminarias a LED

Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 Alberca olímpica Francisco Márquez

Tabla 19 Listado de luminarias Alberca olímpica Francisco Márquez

Equipo	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Recomendaciones para las medidas de control
Luminaria	Led	146	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	9	36	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	18	120	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	15	180	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	38	100	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led- Foco	2	10	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	44	18	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	14	45	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	83	60	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	64	48	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	48	20	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	10	25	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	18	100	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	2	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	64	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	13	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	171	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Hg-T12	15	30	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Hg-T12	56	32	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Hg-T12 U	18	32	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Hg-T8	38	59	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Vapor de sodio- Foco	8	135	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Resistencia-foco de jacuzzi	6	12	Reemplazo de las luminarias a LED
Luminaria	Resistencia- Lampara de sala	1	10	Reemplazo de las luminarias a LED

Fuente: Elaboración propia.

6.1.4 Áreas Perimetrales

Tabla 20 Listado de luminarias Áreas Perimetrales

Equipo	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Recomendaciones para las medidas de control
Luminaria	Led	15	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	1	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	6	120	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	12	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	15	180	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	2	30	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Led	38	100	Mantenimiento a las luminarias
Luminaria	Vapor de sodio-Foco	15	135	Reemplazo de las luminarias a LED

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Retorno de Inversión para el cambio de luminarias

6.2.1 Tarifas eléctricas

La tarifa eléctrica es el costo que los consumidores deben pagar por el suministro de energía eléctrica, determinado por distintos factores como el tipo de usuario, la demanda de potencia, el consumo mensual y el horario de uso. En México, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) establece diversas tarifas según el sector (residencial, comercial, industrial o de servicios) y las características.

Debido a que no se nos proporcionaron los recibos de luz del Complejo Olímpico México '68, la estimación de los costos de energía eléctrica se realizó utilizando la tarifa GDMTO (Gran Demanda Media Tensión Ordinaria) de manera teórica. Esta tarifa se seleccionó como la más apropiada en función del tipo de instalación y el consumo energético estimado del complejo. Sin embargo, es importante destacar que esta estimación es aproximada y podría variar con respecto a los costos reales reflejados en los recibos de luz.

Tarifa GDMTO: Gran demanda media tensión ordinaria.

CIUDAD DE MÉXICO	BENITO JUAREZ
VALLE DE MÉXICO CENTRO	

Valle de México Centro

Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	FEB-25
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	Fijo	\$/mes	466.83
		Variable (Energía)	\$/kWh	1.701
		Distribución	\$/kW	64.12
		Capacidad	\$/kW	374.34

Fuente: CFE

<https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Tarifas/GranDemandaMTO.aspx>

Para el caso de que no haya periodo de punta y/o los usuarios suministrados en baja y media tensión que no cuenten con sistemas de medición para demanda, se utilizará la siguiente fórmula:

$$Demanda = \left[\frac{Q_{mensual}}{24 * d * F.C.} \right]$$

Donde Q mensual es el consumo mensual registrado en el mes de facturación en kWh, días del periodo de facturación y el F. C. es el factor de carga correspondiente del apartado 3.1.2 del Anexo Único del Acuerdo A/053/2022.

3.1.2. Factores de carga.

- a. El factor de carga es la relación entre la carga promedio en un tiempo determinado y la carga máxima registrada en el mismo periodo de una categoría tarifaria.
- b. Los factores de carga que se utilizan para determinar los cargos de capacidad son los de la Tabla 2:

Tabla 2. Factor de Carga	
Categoría tarifaria	Factor de carga
DB1	0.59
DB2	0.59
APBT	0.50
APMT	0.50
RABT	0.50
RAMT	0.50
PDBT	0.58
GDBT	0.49
GDMTH	0.57
GDMTO	0.55
DIST	0.74
DIT	0.71

Fuente

CFE:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5679231&fecha=10/02/2023#gsc.t

6.2.2 Retorno de Inversión

El siguiente análisis presenta una comparación entre las luminarias actualmente instaladas y una propuesta de sustitución con tecnología LED, con el objetivo de evaluar el impacto en términos de consumo energético y costos operativos.

En la tabla se detallan las luminarias existentes, su cantidad y potencia, así como las alternativas en LED con sus respectivas especificaciones. Se incluyen aspectos clave como la reducción en el consumo de energía (kW), el número de luminarias requeridas para el reemplazo, el costo unitario de cada nueva luminaria y el costo total de la inversión.

Este estudio permitirá cuantificar los beneficios del cambio a iluminación LED, destacando el ahorro energético potencial y la disminución de costos a largo plazo, contribuyendo así a una operación más eficiente.



<https://megalamparas.com.gt/las-lamparas-led-y-su-impacto/>

Tabla 21 Propuesta para cambio de luminarias existentes

Luminaria existente	Cantidad de lámparas existentes	*Potencia (kW)	Potencia por cantidad de lámparas (KW)	Propuesta de luminaria a LED	URL de la luminaria	Cantidad de lámparas LED	Potencia (kW)	Potencia por cantidad de lámparas LED (KW)	Precio X unidad \$	Costo final
Hg T8	72	0.032	2.304	Foco Tubo T8 LED	LED T8	72	0.018	1.296	\$62.00	\$4,464.00
Vapor de sodio	8	0.15	1.2	Volteck Lait COL-400L	LED 60x60	8	0.045	0.36	\$705.00	\$5,640.00
Vapor de sodio	5	0.12	0.6	Lámpara LED	Foco LED	5	0.1	0.5	\$1,290.00	\$6,450.00
Vapor de sodio	81	0.135	10.935	Panel LED Empotrable	Panel LED	81	0.08	6.48	\$898.00	\$72,738.00
Hg T12	48	0.036	1.728	JESLED T12 - Tubo de luz LED	LED T12	48	0.018	0.864	\$962.00	\$46,176.00
Hg-T12	15	0.03	0.45	foco LED de tubo , T12	LED T12	15	0.014	0.21	\$930.00	\$13,950.00
Hg-T12	56	0.032	1.792	foco LED de tubo , T12	LED T12	56	0.014	0.784	\$930.00	\$52,080.00
Hg-T12 U	18	0.032	0.576	Luxrite U Bend - Tubo de luz LED T12	LED T12	18	0.018	0.324	\$1.52	\$27.43
Hg-T8	38	0.059	2.242	Romwish - foco LED de tubo de 3	LED T8	38	0.014	0.532	\$930.00	\$35,340.00

				pies, T8						
foco de jacuzzi	6	0.012	0.072	Bombilla LED SPA	Bombilla LED	6	0.015	0.09	\$1.77	\$10.63
Resistencia-Lampara de sala	1	0.01	0.01	Foco A19 LED	Foco LED	1	0.017	0.017	\$47.00	\$47.00
Suma total	348	0.648	21.909	-	-	408	0.373	12.657	\$6,758.56	\$2,757,494.11

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 22 se muestra el consumo actual (kWh/año), considerando la potencia instalada, el número de días de operación al año y las horas diarias de funcionamiento con las luminarias existentes las cuales solo la mitad son LED.

$$\text{Consumo (kWh)} = \text{Potencia (kW)} \times \text{Horas de uso por día} \times \text{Días de uso por año}$$

Tabla 22 consumo actual

Consumo actual			
Potencia por cantidad de lámparas (KW)	Días del año	Horas de consumo diarias	Consumo (kWh/año)
21.909	365	18	143,942.13

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23 se presenta el consumo estimado con luminarias LED (kWh/año), permitiendo cuantificar el ahorro energético obtenido con el cambio de tecnología, teniendo en cuenta la capacidad instalada, la cantidad de días de operación anuales y el tiempo diario.

$$\text{Ahorro de energía} = \text{Consumo actual} - \text{Consumo LED}$$

Tabla 23 consumo con lámparas LED

Consumo con lamparas LED			
Potencia por cantidad de lámparas (KW)	Días del año	Horas de consumo diarias	Consumo (kWh/año)
12.657	365	18	83,156.49

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la tabla 24 de **cálculo del ahorro de energía** permite ver la comparación de la propuesta del Consumo eléctrico antes y después (kWh/año) de hacer el cambio LED completamente.

Tabla 24 cálculo de ahorro de energía

Calcular el ahorro de energía		
Consumo eléctrico antes(kWh/año)	Consumo eléctrico después (kWh/año)	Ahorro (kWh/año)
143,942.13	83,156.49	60,785.64

Fuente: Elaboración propia.

Fórmulas para sacar los datos actuales de la tabla número 25 Y 26

Cálculo del consumo

Consumo= Consumo (kWh/año) / 365 *(Días del mes en cuestión)

Cargo por consumo

Cargo por consumo =Consumo * Energía

Cargo por capacidad

Cargo por capacidad = capacidad*demanda calculada

Cargo por distribución

Cargo por distribución = distribución * demanda calculada

Cargo total

Cargo total= Cargo por consumo + Cargo por capacidad + Cargo por distribución

Nota importante:

En las tablas que se presentan a continuación, no se ha considerado el costo de la mano de obra necesaria para la instalación o el reemplazo de las lámparas. Los valores reflejados corresponden exclusivamente al precio de los materiales o equipos, sin incluir el trabajo técnico requerido para llevar a cabo el cambio de luminarias.

Así mismo, los precios indicados no incluyen el Impuesto al Valor Agregado (IVA), por lo tanto, para obtener una estimación económica completa del proyecto, se deberá contemplar tanto el costo de la mano de obra como la aplicación del IVA correspondiente.

Tabla 25 consumo por iluminación con datos actuales

Datos Actuales (Anual)							
Consumo x iluminación kWh	Demanda x iluminación						
143,942.13							
Mes	Consumo	Días	Demanda Calculada	Cargo x consumo	Cargo x capacidad	cargo x distribución	Cargo total sin IVA
Enero	12225.22	31	29.88	\$20,782.88	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,882.27
Febrero	11042.14	28	29.88	\$18,771.63	\$11,183.75	\$1,915.64	\$31,871.02
Marzo	12225.22	31	29.88	\$20,782.88	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,882.27
Abril	11830.86	30	29.88	\$20,112.46	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,211.85
mayo	12225.22	31	29.88	\$20,782.88	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,882.27
junio	11830.86	30	29.88	\$20,112.46	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,211.85
julio	12225.22	31	29.88	\$20,782.88	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,882.27
agosto	12225.22	31	29.88	\$20,782.88	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,882.27
septiembre	11830.86	30	29.88	\$20,112.46	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,211.85
octubre	12225.22	31	29.88	\$20,782.88	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,882.27
noviembre	11830.86	30	29.88	\$20,112.46	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,211.85
diciembre	12225.22	31	29.88	\$20,782.88	\$11,183.75	\$1,915.64	\$33,882.27
						Sub total	\$401,894.31
						IVA	\$64,303.09
						Total	\$466,197.40

Fuente: Elaboración propia. Basado en CFE

Tabla 26 consumo por iluminación con datos actuales

Datos con luminarias LED (Anual)							
Consumo x iluminación kWh	Demanda x iluminación						
75,272.49							
Mes	Consumo	Días	Demanda Calculada	Cargo x consumo	Cargo x capacidad	cargo x distribución	Cargo total sin IVA
Enero	6393.01	31	15.62	\$10,868.11	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,718.25
Febrero	5774.33	28	15.62	\$9,816.36	\$5,848.38	\$1,001.76	\$16,666.50
Marzo	6393.01	31	15.62	\$10,868.11	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,718.25
Abril	6186.78	30	15.62	\$10,517.53	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,367.67
mayo	6393.01	31	15.62	\$10,868.11	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,718.25
junio	6186.78	30	15.62	\$10,517.53	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,367.67
julio	6393.01	31	15.62	\$10,868.11	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,718.25
agosto	6393.01	31	15.62	\$10,868.11	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,718.25
septiembre	6186.78	30	15.62	\$10,517.53	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,367.67
octubre	6393.01	31	15.62	\$10,868.11	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,718.25
noviembre	6186.78	30	15.62	\$10,517.53	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,367.67
diciembre	6393.01	31	15.62	\$10,868.11	\$5,848.38	\$1,001.76	\$17,718.25
						Subtotal	\$210,164.92
						IVA	\$33,626.39
						Total	\$243,791.30

Fuente: Elaboración propia. Basado en CFE

Tabla 27 consumo por iluminación con datos actuales

Retorno de inversión		
Inversion Requerida	Ahorro anual	Años de recuperación
\$275,153.00	\$222,406.10	1.24

Fuente: Elaboración propia. Basado en CFE

El análisis del cambio de luminarias a tecnología LED demuestra que la inversión inicial en nuevos equipos se ve compensada a mediano y largo plazo por los significativos ahorros en consumo energético y costos operativos. La reducción en el gasto eléctrico, derivada de la mayor eficiencia de las lámparas LED, permite recuperar la inversión en un período razonable, generando beneficios económicos sostenibles en el tiempo.

El resultado del retorno de inversión tomando en cuenta que se paga el consumo eléctrico ante CFE una tarifa de GDMTO, es de 1.24 años de recuperación. Sumando que se consumirá menos ya que todas las lámparas son LED. Teniendo un Ahorro del 40% (kWh/año).

Capítulo 7. Generación eléctrica mediante energía solar

Las fuentes de energía renovable tienen un impacto ambiental positivo al emitir muy pocos gases de efecto invernadero y otros contaminantes, lo que contribuye a combatir el cambio climático. Además, su funcionamiento requiere cantidades mínimas de agua y reduce la explotación de combustibles fósiles. En la cuestión económica su adopción lleva a la reducción en las tarifas de servicios como la electricidad.

La finalidad es proponer generación eléctrica con energía solar y con ello fomentar la sostenibilidad energética mediante la adopción de tecnologías renovables y eficientes para reducir el consumo de electricidad.

La generación de energía solar es uno de los métodos más limpios de producción de energía, ya que se basa en la conversión de la captación de la radiación solar y en electricidad que transforma de forma directa la radiación solar en electricidad gracias a unos paneles fotovoltaicos.

7.1 Proyecto para la generación de electricidad con energía solar en el Complejo México 68.

En las instalaciones del Complejo Olímpico México 68' el consumo de energía eléctrica es alto, especialmente por sus sistemas de bombas de calor, el cual demanda el 58.57% de su consumo total de la potencia eléctrica, por lo es necesario buscar soluciones para disminuir la demanda de energía eléctrica.

Una propuesta para generar energía eléctrica es un sistema de energía fotovoltaica, este tendrá el objetivo generar energía eléctrica con energía renovable y con ello contribuir a la reducción de la huella de carbono y la conservación de los recursos naturales a la vez que presenta una reducción a la factura de energía eléctrica.

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de componentes diseñados para convertir la luz solar en electricidad. De los cuales, los más esenciales son:

- Paneles fotovoltaicos. Están compuestos por celdas fotovoltaicas, cuando la luz solar incide sobre estas celdas, se presenta el efecto fotovoltaico generando electricidad en corriente directa (CD).
- Inversor. Este dispositivo electrónico está diseñado para convertir la corriente directa generada por los paneles solares en corriente alterna (CA) este componente es fundamental en el sistema debido a que la mayoría de los

dispositivos y electrodomésticos en nuestros hogares utilizan corriente alterna. Además de hacerla compatible con la red eléctrica.

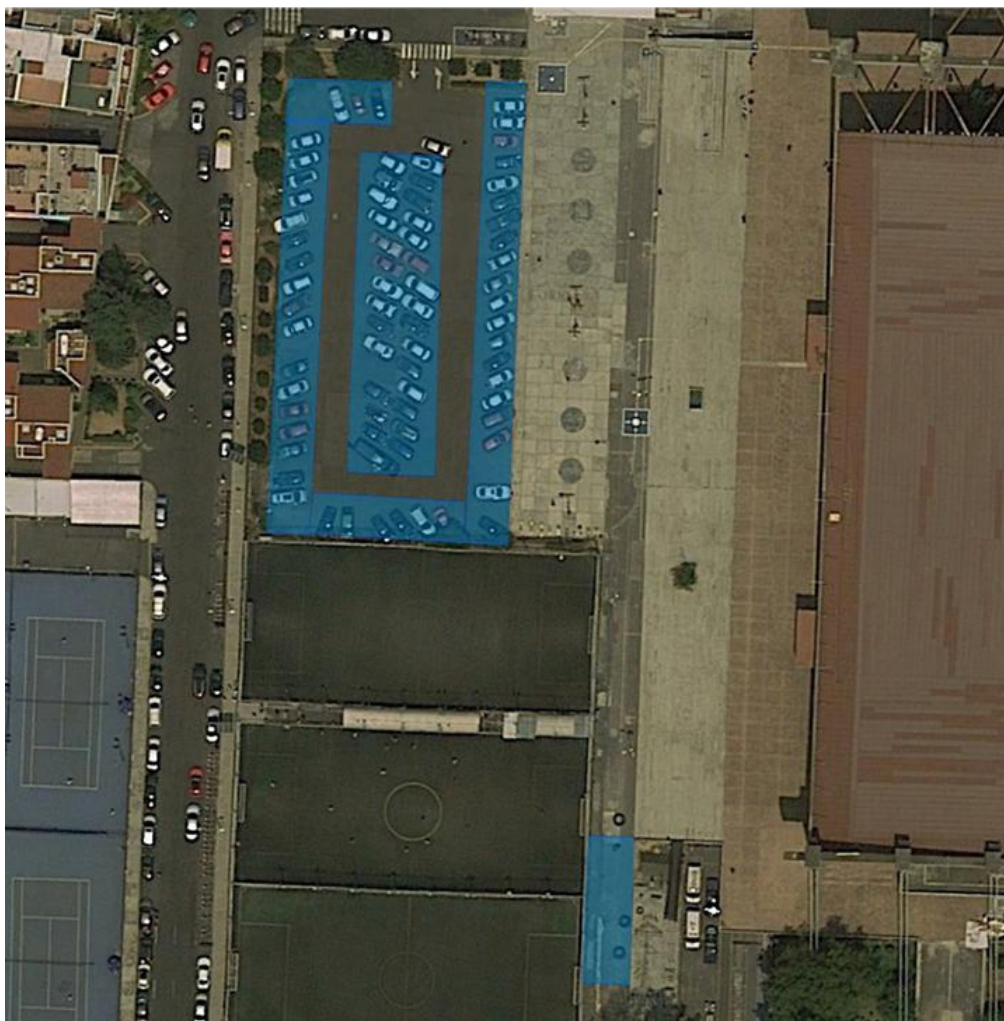
Existen diferentes tipos de sistemas fotovoltaicos, los más destacados son los sistemas autónomos o sistemas fuera de la red, que consisten en el almacenamiento de la energía generada por los paneles solares en baterías y los sistemas interconectados a la red, que, a diferencia de los sistemas autónomos, estos no almacenan la energía, si no que la parte de energía que no es consumida por el complejo es inyectada directamente a la red. Este último será el propuesto para implementar en el Complejo Olímpico México 68’.

Con el objetivo de implantar una forma de generación limpia de energía que satisfaga la demanda se propone la implementación de un sistema fotovoltaico. Este sistema aprovechará la energía solar para alimentar la demanda del sistema de bombas de calor, contribuyendo al objetivo de fomentar la sostenibilidad al emplear una fuente limpia de energía.

Esta solución implica la instalación de paneles fotovoltaicos en la extensión del estacionamiento del complejo, los cuales proporcionan energía principalmente a las bombas de calor, durante el día.

El área en el que se planea implementar el sistema fotovoltaico interconectado es el estacionamiento que conecta con la calle Riff, ubicada al oeste del Complejo Olímpico México 68’ como se muestra en la figura 4.

Figura 4 Área de implementación del sistema fotovoltaico.



Fuente: Elaboración propia con imagen de Google Earth.

Este sistema presenta un doble objetivo, en primera instancia aportar energía eléctrica al complejo para reducir la factura eléctrica del lugar, en segunda el contribuir sombra a los usuarios de una manera íntegra con el entorno.

La zona demarcada con azul (figura 6) representa la zona de implementación del sistema fotovoltaico con un área total de 1650 m^2 , divididos en el estacionamiento con un área de 1512 m^2 y el gimnasio al aire libre con un área de 138 m^2 .

Dentro de la propuesta, el panel fotovoltaico a implementar será de la marca Raisen con una potencia de 660 Wp, las características eléctricas y mecánicas se muestran en la ficha técnica del panel Fotovoltaico (Ver Anexó 5).

Mientras que el inversor a utilizar será de la marca Huawei, modelo SUN2000-30/36/40KTL-M3. Con una potencia máxima de 40 kWp. Las características eléctricas y mecánicas de este inversor se muestran en su ficha técnica como se muestra (Ver Anexó 6).

Dada la potencia del sistema fotovoltaico, será necesario la instalación de 7 inversores como los mostrados anteriormente.

Derivado de la ficha técnica, algunos de los datos relevantes para la propuesta se observan en la tabla 18.

Tabla 28 Características eléctricas y mecánicas del módulo fotovoltaico.

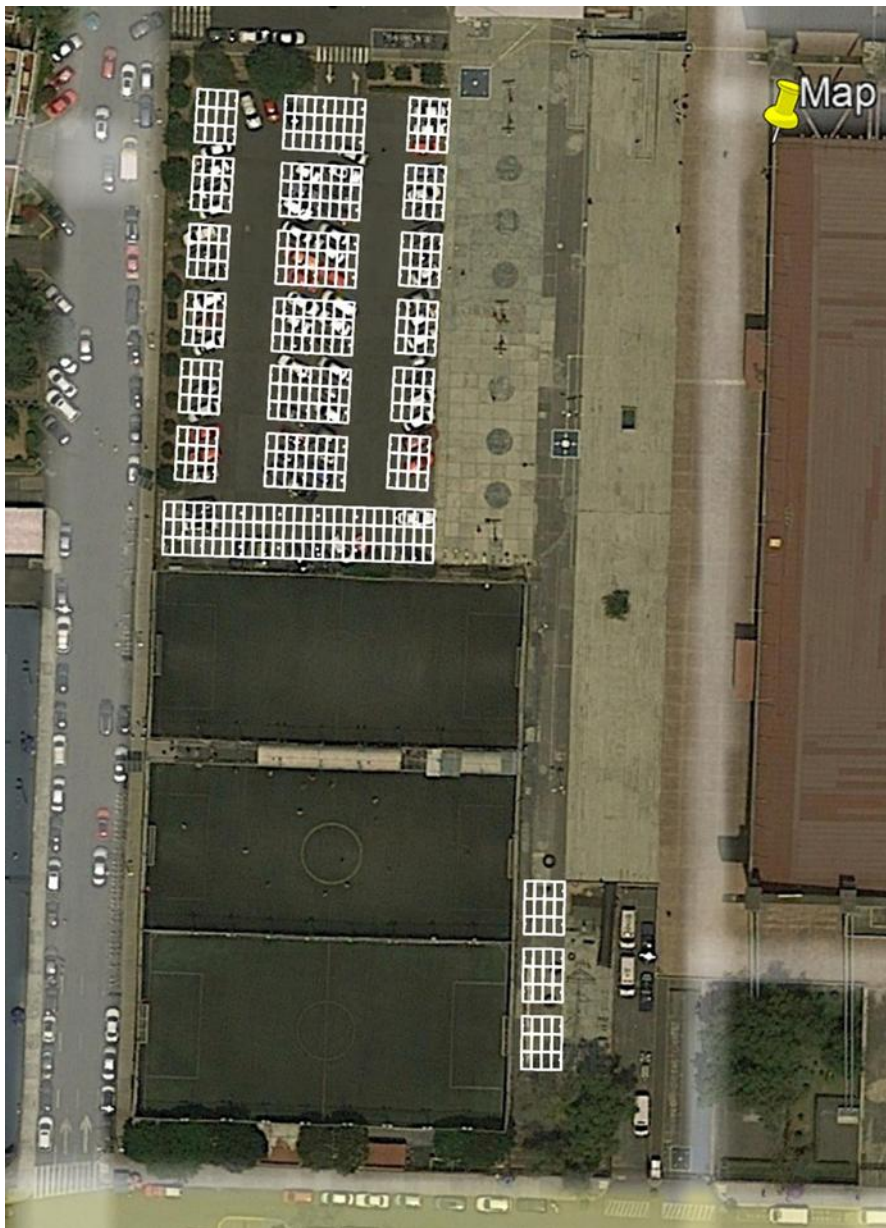
Módulo Fotovoltaico			Dimensiones del módulo Fotovoltaico		
Marca:	Titan Raisen			(mm)	(m)
			Ancho	1303	1.303
Modelo:	RSM132-8-660M		Largo	2384	2.384
Potencia:	660	Wp	Espesor	35	0.035
Isc:	18.33	A			
Voc:	45.75	V	Área del módulo (m2):		3.106352
Impp:	17.32	A			
Vmpp:	38.12	V			

Fuente: <https://es.risenenergy.com/>.

De la tabla se determina el área que ocupa el panel fotovoltaico, siendo este de 3.1 m^2 , por lo cual, dentro de nuestras zonas, haciendo el cálculo de sombras determinado, el número propuesto de paneles fotovoltaicos es de 405, por lo tanto, la potencia instalada tendría un valor de 267.3 kWp .

El sembrado de paneles en el área está propuesto como se ve en la figura 5.

Figura 5 Sembrado de módulos fotovoltaicos.



Fuente: Elaboración propia con imagen de Google Earth.

Este sembrado de paneles ya presenta el cálculo de sombras estimado, con un total de 405 paneles fotovoltaicos. Y una potencia total de 267.3 *kWp* (Ver Anexo 5). Esta energía puede ser empleada para abastecer de manera parcial el consumo eléctrico de la iluminación y el restante destinarlos a las bombas de calor que cuenta el complejo.

También es importante saber la viabilidad económica de este proyecto.

El precio por la implementación del proyecto fotovoltaico se estima en 1.5 dólares por cada KW instalado, con una tasa de cambio de 17.5 MXN/USD, el espacio disponible en el estacionamiento es posible realizar una instalación de 267,000 W, requiriendo de una inversión de \$7,008,750 MXN.

Con el ahorro anual de energía que se generaría a partir de la implantación de este proyecto y usando los precios del esquema tarifario GDMTH (Grande demanda media tensión horaria) es una de las 12 tarifas establecidas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y en su caso específico, utilizada para el sector industrial mexicano ya que es aplicada a servicios cuya demanda es igual o superior a los 100 kilowatt (kW) (CFE, s.f.). Se calcula el tiempo en que el proyecto se pagaría, dando un total de 6 años y 5 meses.

Tabla 29 Resumen de costos y ahorros.

Ahorros en electricidad kWh	Ahorros totales(\$MXN)	Inversión (\$MXN)	Simple Payback
532,104.3	\$ 1,1139,720	\$ 7,008,750	6.36 años

Fuente: Elaboración propia.

7.2 Marco regulatorio de la Generación Distribuida.

Las principales instancias gubernamentales que regulan la implementación de nuevas centrales de generación eléctrica son la secretaría de Energía (SENER, 2021) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE, 2023). Estas mediante la Ley de la Industria Eléctrica (LIE, 2022) y Código de Red 2.0 (SEGOB, 2021) establecen los procedimientos para la conexión de sistemas de generación distribuida a la red eléctrica, incluyendo requisitos técnicos y plazos para la aprobación de solicitudes de interconexión.

En el sistema propuesto se obtuvo una potencia instalada de 267.3 kW_p por lo que de acuerdo Capítulo II de la Ley de la Industria Eléctrica, en el artículo 17 establece que las centrales eléctricas con capacidad menor que 500.0 kW No se requiere de un permiso establecido por la CRE para generar energía eléctrica en territorio nacional, lo que lo define como Generador Exento. (LIE, 2022)

A continuación, se citan los artículos en donde se presentan las obligaciones de los generadores exentos.

Artículo 20. Los generadores exentos sólo podrán vender su energía eléctrica y productos asociados a través de un suministrador o dedicar su producción al abasto aislado.

Artículo 21. Los generadores exentos podrán vender energía eléctrica y productos asociados a través de un suministrador de servicios básicos para estos casos, la CRE emitirá los modelos de contrato y metodologías de cálculo, criterios y bases para determinar y actualizar las contraprestaciones aplicables, que reflejarán el valor económico que produzca al suministrador. Los generadores exentos también podrán vender energía eléctrica y productos asociados a través de un suministrador de servicios calificados, siempre y cuando las centrales eléctricas no compartan su medición con el centro de carga de un usuario de suministro básico.

7.3 Requisitos legales para implementación de Generación Distribuida.

Debido a que la propuesta fotovoltaica presenta una capacidad instalada menor a **0.5 MW** el solicitante no requiere trámites y permisos especiales salvo que cumpla los siguientes criterios

1. En el momento de la interconexión de la Central Eléctrica o de la evaluación de esta, se deberá cumplir al menos una de las siguientes condiciones:

- La Capacidad Instalada del Sistema fotovoltaico debe ser menor que la demanda esperada de los Centros de Carga en el circuito de distribución al cual está interconectada, en todo momento bajo las circunstancias esperadas.
- La instalación del sistema fotovoltaico debe reducir o no tener impacto en la carga máxima de cada elemento del circuito de distribución.

2. El circuito de distribución incluye todos los equipos de distribución entre el sistema fotovoltaico y los transformadores de potencia que forman parte de la Redes Generales de Distribución.

Adicionado a esto el Complejo Olímpico México 68' deberá presentar una solicitud de interconexión a la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2022), el cual deberá contar con la siguiente información:

1. Solicitud de interconexión. (Ver Anexó 7).
2. Croquis de la ubicación geográfica del Sistema fotovoltaico.
3. Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico y, en su caso, Centros de Carga que compartirán el mismo punto de interconexión/conexión.
4. Ficha técnica de la tecnología de generación utilizada (En este caso del Paneles solares).
5. Ficha técnica y certificado del inversor de corriente o sistema de adecuación de corriente.
6. En su caso, copia del último recibo, sin adeudos, del Suministro Eléctrico del usuario cuyo Centro de Carga compartirá el mismo punto de interconexión/conexión que la Central Eléctrica.

7.4 Requisitos técnicos para implementación de Generación Distribuida.

Dentro de las necesidades técnicas para la implementación del sistema fotovoltaico interconectado a las redes generales de distribución de acuerdo con la Ley de la Industria Eléctrica, son fundamentales las enumeradas a continuación:

1. Equipo de Medición: El medidor MF corresponde al medidor para facturación o medidor fiscal, el cual se instalará en los puntos que deban ser medidos con fines de facturación de los excedentes o faltantes de energía eléctrica, cumpliendo las características establecidas en la norma oficial mexicana aplicable.
2. Equipo de Protección: Los interruptores o dispositivos de protección y desconexión utilizados en las Centrales Eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW deben seleccionarse acorde con las características del tipo de generación instalada y, en su caso, con la NOM-001-SEDE (Secretaría de Energía, 2018) Instalaciones Eléctricas, vigente a la fecha de entrada en operación de la Central Eléctrica.
3. El interruptor: Ubicado a la salida de la Central Eléctrica debe ser un interruptor termomagnético o de fusibles que permita la desconexión de la central eléctrica de cualquier dispositivo al que se encuentre conectada. La calibración para la operación del interruptor por sobre corriente se determina en función de la potencia máxima de salida de la Central Eléctrica, conductores y dispositivos interconectados.

Debido a que el Complejo Olímpico México 68' presenta una conexión en Media Tensión, deberá instalarse un Cortacircuito Fusible (CCF) como medio principal de desconexión, que permita la desconexión entre la instalación eléctrica particular y el circuito de distribución.

7.5 Propuesta técnica de proyecto de Generación Distribuida.

El Complejo Olímpico 68' se encuentra conectado a un nivel de tensión de 34 kV, ya que de este se determinará la clasificación de nuestro sistema fotovoltaico.

La propuesta del sistema fotovoltaico presenta una capacidad de generación neta de 267 kW lo que clasifica al complejo olímpico en el Tipo MT2 de acuerdo con la tabla 20

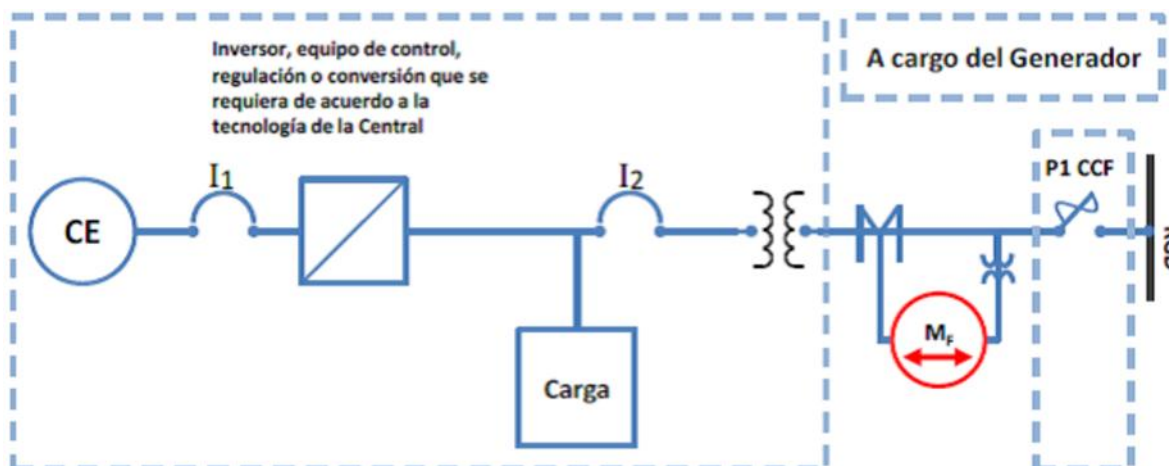
Tabla 30 Clasificación de las Centrales Eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW con base en su capacidad de Generación Neta y el nivel de tensión al cual se interconectan.

Nivel de Tensión	Capacidad de Generación Neta de la Central Eléctrica (P) (kW)		Clasificación
Baja Tensión (menor o igual que 1 kV)	Sistemas Trifásicos	$P \leq 50$	Tipo BT
	Sistemas Monofásicos	$P \leq 30$	
Media Tensión (mayor que 1 kV y menor o igual que 35 kV)	$P \leq 250$		Tipo MT1
	$250 < P < 500$		Tipo MT2

Fuente: Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW.

Una vez realizada la clasificación, el diagrama unifilar correspondiente a las centrales eléctricas del Tipo MT2 se puede observar en la figura 6.

Figura 6 Esquema de interconexión 3 para Centrales Eléctricas mayores que 250 kW y menores que 500 kW en Media Tensión con Centros de Carga.



Fuente: Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 M

7.6 Cálculo de huella de carbono de las medidas de ahorro de energía.

La huella de carbono se refiere a la cantidad total de gases de efecto invernadero que son liberados a la atmósfera como resultado de las actividades humanas. Los gases de efecto invernadero más comunes incluyen dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxidos de nitrógeno (NO_x). El cálculo de la huella de carbono nos sirve para medir y cuantificar la contribución de mitigar el cambio climático.

Con la propuesta de la instalación de paneles fotovoltaicos en el Complejo Olímpico México 68' podemos estimar cuántas toneladas de CO_2 a la atmósfera, para ello la comisión reguladora de energía (CRE, 2023) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2014) publican año con año el factor de emisiones, el cual sirve para calcular la cantidad de CO_2 que se mitiga a partir de la generación anual, presentado en la figura 21.

Para el proyecto de implementación propuesto para el complejo se estima una generación anual de 532.104 MWh. El factor de emisiones publicado por la CRE en febrero de 2023 es de: 0.435 t CO_2e /MWh.

Por lo que la cantidad de toneladas de CO_2 que se mitigaría el ambiente serían de 231.46 años. (Ver Anexo 8)

Resultados

1) Evaluación de Iluminación

Se realizó una auditoría a los sistemas de iluminación del Complejo Olímpico México 68, evaluando el Gimnasio Juan de la Barrera, Anexo Eduardo Gorráez, Alberca Olímpica Francisco Márquez y áreas perimetrales, con base en la NOM-025-STPS-2008.

Resultados de Cumplimiento:

- Gimnasio Juan de la Barrera:
 - Cumplimiento: 50%
 - Zonas no conformes: zona alta de gradas y zona de bancas a nivel de cancha.
- Áreas Perimetrales:
 - Cumplimiento: 57%
 - Zonas no conformes: perimetral norte y sur.
- Anexo Eduardo Gorráez y Alberca Olímpica:
 - Cumplimiento: 0%
 - Todas las áreas evaluadas no cumplen con la norma; clasificadas como zonas críticas.

2) Evaluación de Viabilidad – Sustitución a Tecnología LED

El análisis financiero de la transición a iluminación LED indica un ahorro estimado del 40% en consumo energético anual (kWh/año). Bajo la tarifa GDMTO, el período de recuperación de la inversión (ROI) se estima en 1.24 años, considerando la reducción en el consumo energético.

3) Distribución del Consumo Energético

La evaluación del consumo eléctrico del Complejo Olímpico México 68 indica que las bombas de calor representan el 58.57% de la demanda total, mientras que la iluminación aporta un 28.64% del consumo energético.

4) Propuesta de Generación Fotovoltaica

Debido a la alta demanda eléctrica del Complejo Olímpico México 68, se recomienda la implementación de un sistema fotovoltaico (FV) como medida para reducir la facturación eléctrica.

Se plantea un sistema compuesto por 405 paneles solares, con una capacidad instalada de 267.3 kWp, capaz de cubrir una parte significativa del consumo de iluminación y la parte restante a las bombas de calor. El retorno estimado de inversión (ROI) es de 6 años y 5 meses.

Conclusiones

La auditoría revela que el sistema de iluminación del Complejo Olímpico México 68 no cumple adecuadamente con la NOM-025-STPS-2008, lo que representa un riesgo para la seguridad física y la calidad de las actividades. Las deficiencias pueden provocar riesgos para la salud, accidentes o una experiencia negativa para usuarios y trabajadores.

Con este análisis al Complejo Olímpico nos damos cuenta que no se da el mantenimiento adecuado a las instalaciones de igual forma nos muestra las áreas de oportunidad que deben ser corregidas para dar un servicio adecuado.

La propuesta de modernizar el sistema de iluminación mediante tecnología LED es una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia energética y representa una decisión financieramente rentable. Además de los ahorros económicos esta transición reduce la emisión de gases de efecto invernadero y se fortalece la sostenibilidad del Complejo Olímpico.

La utilización de tecnología LED también disminuye el mantenimiento al contar con una mayor vida útil, reduciendo los costos asociados a reemplazos frecuentes.

Se concluye que el retorno de inversión del proyecto fotovoltaico pudiera no ser atractivo para el sector público porque el tiempo en el que las autoridades permanecen en el cargo es menor al retorno de inversión.

Este estudio me ayudó a mi formación académica ya que me enfrente a situaciones reales que no vemos en el aula, concluyendo que es de suma importancia fortalecer los laboratorios de la universidad.

Bibliografía

- CFE. (28 de 01 de 2022). *Comisión Federal de Electricidad*. Obtenido de https://dof.gob.mx/2022/CFE/CFE_280122.pdf
- CFE. (s.f.). *Tarifas*. Obtenido de Esquema Tarifario Vigente: <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRENegocio/Negocio.aspx>
- CRE. (27 de 02 de 2023). *Comisión Reguladora de Energía*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/806468/4_-Aviso_FE_2022__1_.pdf
- Energía, S. d. (2018). *SENER*. Obtenido de Prospectiva de energía renovables 2018-2032: https://base.energia.gob.mx/Prospectivas18-32/PER_18_32_F.pdf
- FIDE. (marzo de 2010). *CNEE*. Obtenido de [https://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/001%20Módulo%20I%20\(Diagnósticos%20Energéticos\).pdf](https://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/001%20Módulo%20I%20(Diagnósticos%20Energéticos).pdf)
- LIE. (11 de 05 de 2022). *Cámara de Diputados*. Obtenido de Ley de la Industria Eléctrica: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIElec.pdf>
- mayoclinic. (13 de junio de 2019). Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/womens-health/in-depth/menstrual-cycle/art-20047186#:~:text=El%20ciclo%20menstrual%20es%20la,al%20útero%20para%20el%20embarazo>.
- Secretaría de Energía. (2018). *NOM-001-SEDE-2018*. Obtenido de Instalaciones Eléctricas (utilización): <https://cimenl.org.mx/wp-content/uploads/2017/12/Anteproyecto-de-Norma-Oficial-Mexicana-NOM-001-SEDE-2018.pdf>
- SEGOB. (31 de 12 de 2021). *Secretaría de Gobernación*. Obtenido de Código de Red: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639920&fecha=31/12/2021#gsc.tab=0
- SEMARNAT. (23 de 09 de 2014). *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido de COMPROMISOS DE MITIGACIÓN Y: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf
- SENER. (30 de 06 de 2021). *Secretaría de Energía*. Obtenido de Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2021-2035:

<https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-para-el-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional>

STPS. (30 de diciembre de 2008). *NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008*. Obtenido de Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. México.: <https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/nom-025.pdf>

Anexos

Anexo 1. Cuestionario Base.

Ilustración 7 Cuestionario Base, página 1.

	Cuestionario Base		
Fecha del día que se realiza la aplicación:			
Instrucciones: Leer cuidadosamente cada apartado del formulario antes de comenzar a llenarlo, utilizar una pluma de tinta negra o azul, punto medio. No utilizar lápiz o bolígrafo de colores. Si se comete un error, tachar el error con una línea y continuar escribiendo. Si un apartado no es aplicable o no hay información escribir "Sin información".			
Sección 1: Datos del aplicador.			
<table border="1"><tr><td>Nombre del aplicador:</td></tr><tr><td> </td></tr></table>		Nombre del aplicador:	
Nombre del aplicador:			
<table border="1"><tr><td>Firma del aplicador:</td></tr><tr><td> </td></tr></table>		Firma del aplicador:	
Firma del aplicador:			
Página 1 de 17			

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 8 Cuestionario Base, página 2

Cuestionario Base

Sección 2: Datos de la organización.

Nombre de la organización:

Dirección			
Calle:			
Colonia:		Número:	
Estado:		Municipio:	

Teléfonos de contacto:	
Nombre	Teléfono

Cuestionario Base

Redes sociales de la organización:	
E-mail:	
Sitio web:	
Facebook	
Twitter	

¿La organización es de carácter pública o privada?:

Datos de contacto del responsable 1:	
Nombre del responsable:	
Puesto:	
Teléfono:	

Ilustración 10 Cuestionario Base, página 4

		Cuestionario Base	
E-mail:			
Horario del contacto:			
Datos de contacto del responsable 2:			
Nombre del responsable:			
Puesto:			
Teléfono:			
E-mail:			
Horario de contacto:			

Página 4 de 17

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 11 Cuestionario Base, página 5

UACM
Universidad Autónoma
de la Ciudad de México
"Nada tenemos que esperar"

Cuestionario Base

Sección 3. Croquis de localización.

Dibujar las calles y avenidas principales alrededor del sitio, las estaciones de transporte público, plazas comerciales y edificios de referencia, así como puertas de acceso, estacionamientos, etc.

Página 5 de 17

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 12 Cuestionario Base, página 6.

UACM
Universidad Autónoma
de la Ciudad de México
Avda. Nacional no. 2849

Cuestionario Base
Sección 4. Descripción de las actividades del inmueble.

Giro de la organización		
Horarios de atención		
Actividades Principales	Nombre de la Actividad	Horario

Página 6 de 17

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 13 Cuestionario Base, página 7

Cuestionario Base

4.1. Tipo de Personal.

Personal Base		
Turno	Número de Personas	Horario
Matutino		
Vespertino		

Personal Sindicalizado		
Turno	Número de personas	Horario
Matutino		
Vespertino		

Personal Flotante		
Turno	Número de personas	Horario
Matutino		
Vespertino		
Fines de semana		

Página 7 de 17

. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 14 Cuestionario Base, página 8.

Cuestionario Base

Personal de Confianza		
Turno	Numero de Personas	Horario
Matutino		
Vespertino		

4.2. Datos del Inmueble.

Antigüedad de los Inmuebles	
Ampliaciones en el predio	

Fuente: Elaboración propia.

Sección 5. Facturación

5.1. Solicitar recibos de CFE (De los últimos 24 meses)

5.2. Solicitar facturas de gas natural o LP

Ilustración 16 Cuestionario Base, página 10.

Cuestionario Base

Sección 6. Planos y diagramas.

6.1. Planos Arquitectónicos.

¿Existen planos arquitectónicos de esta organización?	
--	--

¿En qué fecha fueron expedidos estos planos?	
---	--

Nota: Los planos no deben tener más de 10 años de antigüedad o en su defecto, el plano debe coincidir totalmente con el inmueble actual.

En caso de NO contar con planos, utilizar la pagina 11 para realizar un dibujo breve de las dimensiones de los edificios.

Ilustración 17 Cuestionario Base, página 11.



Cuestionario Base

Dibujar croquis con las dimensiones de los edificios si es necesario.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 18 Cuestionario Base, página 12

Cuestionario Base

6.2. Diagrama Unifilar.

¿Cuentan con diagrama unifilar de componentes eléctricos?	
--	--

¿En qué año fueron expedidos los diagramas unifilares?	
---	--

Nota: El Diagrama no deben tener más de 10 años de antigüedad o en su defecto, debe coincidir totalmente con la instalación eléctrica actual.

En caso de NO contar con el diagrama, utilizar la página 13 para realizar un diagrama unifilar del sitio.

Ilustración 19 Cuestionario Base, página 13.



Cuestionario Base
Dibujar el diagrama unifilar si es necesario.

Página **13** de **17**

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 20 Cuestionario Base, página 14.

Cuestionario Base

6.3. Planos de Gas.

¿Existe un plano de instalación de gas?	
¿En qué año fueron expedidos?	

Nota: Los planos de gas no deben tener más de 10 años de antigüedad o en su defecto, debe coincidir totalmente con la instalación de gas actual.

En caso de NO contar con los planos, utilizar la pagina 15 para realizar un dibujo breve de la instalación de gas del sitio.

Ilustración 21 Cuestionario Base, página 15



Cuestionario Base
Dibujar planos de gas si es necesario

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 22 Cuestionario Base, página 16.

Sección 7 Normatividad.

7.1. Electricidad

¿Cuándo fue la última verificación por parte de la Unidad de verificación de Instalaciones eléctricas (UVIE)?	
--	--

Solicitar la constancia de la UVIE.

7.2. Gas (Natural o Lp)

¿Cuándo fue la última verificación por parte de la Unidad de verificación de gas (UV'S)?	
---	--

Solicitar la constancia de la UV'S

Ilustración 23 Cuestionario Base, pagina 17.



Cuestionario Base

Sección 8. Croquis del sitio.

Dibujar los edificios, entradas y salidas, tomas de agua, medidor eléctrico y de gas, subestaciones eléctricas y cilindros de gas.

Ilustración 24 Anexo de iluminación, frontal.

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 25 Anexo de iluminación, posterior.

UACM
Universidad Autónoma
de la Ciudad de México
Nuestro futuro está en juego

Anexo 1: Censos de Iluminación

Dibujar el área de medición, con tinta negra anotar la medida registrada en el luxómetro colocada de cara a la superficie y con tinta roja la medida registrada del luxómetro orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie

3.-Captura de datos
Fecha en que se capturan
los datos:

Nombre y firma de la persona que captura los datos:

Página 2 de 2

Fuente: Elaboración propia.

Anexó 3. Censos de Carga.

Ilustración 26 Formato de censos de cargas, frontal.

UACM
Universidad Autónoma
de la Ciudad de México
Desde 1924

Anexo 2: Censos de carga

Instrucciones: Leer cuidadosamente y llenar con tinta punto medio color negro o azul.

1.- Levantamiento

Fecha del levantamiento: Nombre y firma de quien realiza el levantamiento:

Indicar el área donde se realiza el censo:

Enlistar los aparatos que consumen energía eléctrica:

#	Nombre del dispositivo	Cantidad	Potencia (W)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			

Página 1 de 2

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 27 Formato de censos de cargas, posterior.

UACM
Universidad Autónoma
de la Ciudad de México
ANEXO 2: CENSOS DE CARGA

Anexo 2: Censos de carga

#	Nombre del dispositivo	Cantidad	Potencia (W)
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

2.-Observaciones: Registra los aparatos de los cuales no haya especificaciones visibles.

3.- Captura de datos

Fecha en que se capturan
los datos:

Nombre y firma de la persona que captura los datos:

Página 2 de 2

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Ficha técnica del luxómetro

LM-200LED empleado en la auditoría energética.

Ilustración 28 Ficha técnica del luxómetro LM-200LED empleado en la auditoría energética.



LM-200LED LED Light MeterData Sheet

General Specifications	
Display	2000 count LCD
Sensor	Silicon photodiode and filter.
Environment	Indoor operation
Altitude	Up to 2000m.
LED Light Measurement	3½ digits, 2000 readings
Range	40, 400, 4,000, 40,000, 400,000 Lux 40, 400, 4,000, 40,000 Foot-candle
Accuracy	±1-3% (Calibrated to standard incandescent lamp 2856° K) and corrected LED day while-light spectrum. ±1-6% other visible light sources
Temperature / Humidity	
Operating	-10 °C to 40 °C (14 °F to 104 °F), 0 to 80 %RH.
Storage	-10 °C to 50 °C (14 °F to 122 °F), 0 to 70 %RH.
Power Supply	9V NEDA 1604, IEC 6F22, JIS 006P battery
Battery life	200 hours
Auto Power Off	approx 6 min
Dimension (Base)	130 x 63 x 38 mm (5.1 x 2.5 x 1.5")
Dimension (Sensor)	80 x 55 x 29 mm (3.2 x 2.2 x 1.1")
Weight	220 g (.48 lb.) include battery
Included Accessories	Users manual, 9 volt battery





Venta de Instrumentos de Prueba y Medición

Calle del Ebanito #16625
Jardines de Chapultepec
Tijuana B.C. Mexico
Tel. (664) 681 1130
Fax. (664) 681 1150
Tel. 01800 027-4848

©2019 Amprobe Test Tools. All rights reserved.
7/2010 LM-200LED_DS Rev A

Amprobe® Test Toolswww.Amprobe.com

Fuente: <https://www.finaltest.com.mx/Amprobe-LM-200LED-p/lm-200led.htm>

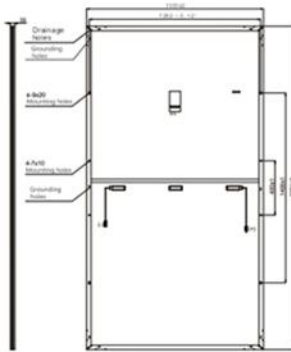
Anexó 5. Ficha técnica de panel Fotovoltaico.

Ilustración 29 Ficha técnica del panel fotovoltaico.



Fuente: <https://es.risenenergy.com/>. Ilustración 30 Ficha técnica del panel fotovoltaico.

Dimensions of PV Module



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-645M	RSM132-8-650M	RSM132-8-655M	RSM132-8-660M	RSM132-8-665M	RSM132-8-670M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	645	650	655	660	665	670
Open Circuit Voltage-Voc(V)	45.15	45.35	45.55	45.75	45.95	46.15
Short Circuit Current-Isc(A)	18.18	18.23	18.28	18.33	18.38	18.43
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.58	37.76	37.94	38.12	38.30	38.48
Maximum Power Current-Imp(A)	17.17	17.22	17.27	17.32	17.37	17.42
Module Efficiency (%)	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.

• Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM132-8-645M	RSM132-8-650M	RSM132-8-655M	RSM132-8-660M	RSM132-8-665M	RSM132-8-670M
Maximum Power-Pmax (Wp)	488.6	492.4	496.2	500.0	503.8	507.6
Open Circuit Voltage-Voc (V)	41.99	42.18	42.36	42.55	42.73	42.92
Short Circuit Current-Isc (A)	14.91	14.95	14.99	15.03	15.07	15.11
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	34.87	35.04	35.21	35.38	35.54	35.71
Maximum Power Current-Imp (A)	14.01	14.05	14.09	14.13	14.17	14.21

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	35.5kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)-350mm, Negative(-)-230mm (Connector included)
Connector	Risen Twinseal PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	30A
Limiting Reverse Current	30A

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	558
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	18
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	1320×1120×2520
Box gross weight[kg]	1145

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
©2022 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice.
No special undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surroundings is granted unless as otherwise specifically committed by manufacturer in contract document.

THE POWER OF RISING VALUE

RSM132-M-12BB-EN-HZ-3-2022

Anexo 6. Ficha técnica del inversor

Ilustración 31 Ficha técnica del inversor.

SUN2000-30/36/40KTL-M3
Smart String Inverter



Smart

8 strings intelligent monitoring



Efficient

Max. efficiency 98.7%



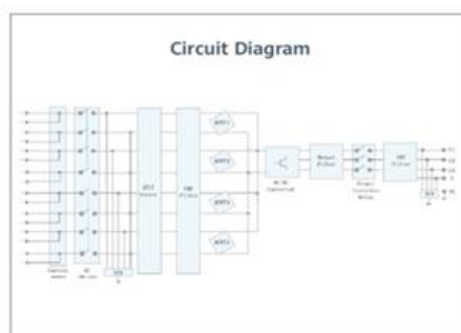
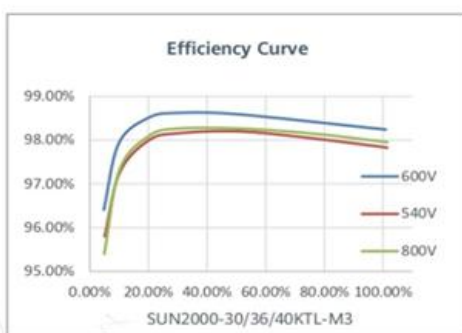
Safe

Fuse free design



Reliable

Type II surge arresters for DC & AC



SOLAR.HUAWEI.COM/LA/

Fuente: <https://solar.huawei.com/mx/>.

Ilustración 32 Ficha técnica del inversor.

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Efficiency			
Max. Efficiency		98.7%	
European Efficiency		98.4%	
Input			
Max. Input Voltage ¹		1,100 V	
Max. Current per MPPT		26 A	
Max. Short Circuit Current per MPPT		40 A	
Start Voltage		200 V	
MPPT Operating Voltage Range ²		200 V ~ 1000 V	
Rated Input Voltage		600 V	
Number of Inputs		8	
Number of MPP Trackers		4	
Output			
Rated AC Active Power	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Max. AC Apparent Power	33,000 VA	40,000 VA	44,000 VA
Rated Output Voltage		380 Vac / 400 Vac / 440Vac / 480 Vac, 3W/N+PE	
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz	
Rated Output Current	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Max. Output Current	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG ~ 0.8 LD	
Max. Total Harmonic Distortion		< 3%	
Protection			
Input-side Disconnection Device		Yes	
Anti-islanding Protection		Yes	
AC Overcurrent Protection		Yes	
DC Reverse-polarity Protection		Yes	
PV-array String Fault Monitoring		Yes	
DC Surge Arrester		Yes	
AC Surge Arrester		Yes	
DC Insulation Resistance Detection		Yes	
Residual Current Monitoring Unit		Yes	
Arc Fault Protection		Yes	
Ripple Receiver Control		Yes	
Integrated PID Recovery ³		Yes	
Communication			
Display		LED Indicators, Integrated WLAN + FusionSolar APP	
RS485		Yes	
Smart Dongle		WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional)	
Monitoring BUS (MBUS)		4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional) Yes (Isolation Transformer required)	
General Data			
Dimensions (W x H x D)		640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)	
Weight (with mounting plate)		43 kg (94.8 lb)	
Noise Level		< 46 dB	
Operating Temperature Range		-25 ~ +60 °C (-13 °F ~ 140 °F)	
Cooling Method		Natural Convection	
Max. Operating Altitude		0 ~ 4,000 m (13,123 ft.)	
Relative Humidity		0% RH ~ 100% RH	
DC Connector		Staubli MC4	
AC Connector		Waterproof Connector + OT/DT Terminal	
Protection Degree		IP 66	
Topology		Transformerless	
Nighttime Power Consumption		≤ 5.5W	
Optimizer Compatibility			
DC MBUS Compatible Optimizer		SUN2000-450W-P	
Standard Compliance (more available upon request)			
Safety		EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683	
Grid Connection Standards		IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA	

1. The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

2. Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

3. SUN2000-30~40KTL-M3 takes potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly), N-type (HPERT, HIT)

SOLAR.HUAWEI.COM / LA /

Fuente: <https://solar.huawei.com/mx/>.

Anexo 7. Solicitud para la interconexión.

Ilustración 33 Solicitud para la interconexión

Fecha _____		Número de Solicitud _____	
I. Datos del Solicitante			
Nombre, Denominación o Razón Social _____			
Domicilio	Número exterior	Número Interior	Código Postal
Calle _____	_____	_____	_____
Colonia/Población _____	Delegación/Municipio _____	Estado _____	
Teléfono _____	Correo Electrónico _____	Fax _____	
II. Datos de Contacto			
Nombre _____		Punto _____	
Domicilio	Número exterior	Número Interior	Código Postal
Calle _____	_____	_____	_____
Colonia/Población _____	Delegación/Municipio _____	Estado _____	
Teléfono _____	Correo Electrónico _____	Fax _____	
III. Datos de la Solicitud			
Modalidad de la Solicitud	Baja Tensión ☐	Media Tensión ☐	
IV. Utilización de la Energía Eléctrica Producida			
Consumo de Centros de Carga ☐	Consumo de Centros de Carga y Venta de Excedentes ☐	Venta Total ☐	
V. Datos del Servicio Suministro Actual			
Registro Público de Usuario (RPU) _____	Nivel de Tensión de Suministro _____		
VI. Central Eléctrica			
Fecha estimada de Operación Normal (DD/MM/AAAA) _____	Capacidad Bruta Instalada (kw) _____	Capacidad a Incrementar (kw) (Opcional) _____	Generación Promedio Mensual Estimada (kwh/Mes) _____
VII. Manifestación de Cumplimiento de las Especificaciones Técnicas Generales			
Manifiesto bajo protesta de decir la verdad que la Central Eléctrica cumple con las Especificaciones técnicas requeridas de acuerdo las disposiciones aplicables.			☐
Tecnología para generación de energía eléctrica			
Solar ☐	Biomasa ☐	Otro ☐	
Eólico ☐	Cogeneración ☐	Especificar _____	
No de unidades de generación _____	Combustible principal _____	Combustible secundario _____	
Coordenadas UTM	X	Y	
1 _____	_____	_____	
2 _____	_____	_____	
3 _____	_____	_____	
4 _____	_____	_____	
5 _____	_____	_____	
6 _____	_____	_____	
(Representante Legal o El Solicitante) (El Solicitante) certifica que la información proporcionada en la presente solicitud es apropiada, precisa y verídica. El solicitante acepta que los datos proporcionados sean utilizados para llevar a cabo los Estudios de Interconexión para garantizar la confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional con la Interconexión de la Central Eléctrica del solicitante al amparo de la Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento, en caso de ser requeridos. El solicitante entiende que los datos proporcionados, se añadirán a las bases de datos del suministrador cuando se firme un contrato de interconexión respectivo. El solicitante deberá anexar a la presente solicitud, la información técnica requerida en el documento "Información Técnica Requerida para Centrales Eléctricas"			
Firma de Conformidad		Solicitante	
Nombre _____		Nombre _____	
Cargo _____		Cargo _____	
Fecha _____		Fecha _____	
		Sello y firma Centro de Atención	

Fuente: CFE

Anexo 8. Aviso sobre el factor de emisión

Ilustración 34 Aviso sobre el factor de emisión.

**MEDIO AMBIENTE**
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**2023**
Francisco VILLA
EL GOBIERNO DEL PUEBLO

Ciudad de México, a 28 de febrero de 2023

AVISO

FACTOR DE EMISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2022

A todos los Establecimientos Sujetos a Reporte, (ESR), Organismos de Certificación, Validación y Verificación de Gases de Efecto Invernadero, OC-VV-GEI, público en general.

Por este medio, se hace de su conocimiento que la Comisión Reguladora de Energía ha notificado a esta Secretaría que el factor de emisión del Sistema Eléctrico Nacional para el cálculo de las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero por consumo de electricidad correspondiente al año 2022, es:

0.435 tCO₂e / MWh

Dicho factor se deberá emplear para fines del reporte al Registro Nacional de Emisiones, tomando en cuenta que este factor considera la generación de las centrales eléctricas que entregan energía a la red eléctrica nacional, de acuerdo con lo estipulado en la fracción XLIV del Artículo 3 de la Ley de la Industria Eléctrica.

ATENTAMENTE

**MEDIO AMBIENTE**
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**2023**
Francisco VILLA
EL GOBIERNO DEL PUEBLO

Registro Nacional de Emisiones

Av. Ejército Nacional 223 Col. Anáhuac I Sección, CP. 11320, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México
Teléfono: (55) 54900 900 Ext. 12052

Subsecretaría de Política Ambiental y Recursos Naturales
Dirección General de Políticas para la Acción Climática
Dirección de Políticas de Mitigación del Cambio Climático

Consultas: rene@semarnat.gob.mx
Análisis de Conflicto de Interés: coi.rene@semarnat.gob.mx
Verificación del Reporte al REN: verificacion.rene@semarnat.gob.mx



Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac I Sección, CP. 11320, Miguel Hidalgo, Ciudad de México. Tel: (55) 54900 900. www.gob.mx/semarnat



Fuente: SEMARNAT