

Dirección del área de conocimiento industria y producción

“ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL
INSTITUTO TOMAS OCAMPO
CHAVARRÍA MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA LED Y
CONTROL INTELIGENTE.”

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Eléctrico

Elaborado por:

Br. Jean Carlos Ruiz
Velásquez
Carnet: 2018-0125U

Docente:

Msc. Ing. Alejandro Hernández
Solís

27 de mayo de 2025
Managua, Nicaragua

Índice de contenido

Introducción.....	1
Antecedentes	3
Justificación.....	5
Objetivos de investigación	7
Marco teórico.....	8
Definición de eficiencia energética	8
Importancia de la eficiencia energética en edificaciones	8
Principios básicos de iluminación	9
La iluminación natural.....	10
La iluminación artificial	11
Ventajas de la tecnología LED sobre las fuentes de iluminación convencionales	14
Control inteligente de la iluminación.....	18
¿Qué es la iluminación inteligente?.....	18
¿Para qué sirve la iluminación inteligente?	18
Tipos de sistemas de control inteligente	20
Metodología.....	21
Tipo de investigación	21
Metodología utilizada para llevar a cabo los objetivos específicos.....	22
Capítulo 1: Evaluación del Sistema Eléctrico Existente en el Instituto	30
1.1. Introducción	30
1.2. Descripción del sistema de iluminación del instituto.	31
1.3. Censo de carga de iluminación del instituto.....	36
1.4. Análisis de la infraestructura actual.....	40
Capítulo 2: Investigación y selección de tecnología inteligente para reemplazo	43
2.1. Tecnologías inteligentes disponibles en el mercado	43
2.2. Aspectos clave para la selección de luminarias	45
2.3. Selección de tecnologías led y control inteligente para nuevo sistema de iluminación	47
2.4. Cálculo de luminarias LED por medio del método de cavidad zonal para las zonas del instituto.	55
2.5. Evaluación comparativa de tecnologías inteligentes vs actuales	59
Capítulo 3: Evaluación del Impacto de la Implementación de la nueva tecnología	62
3.1. Estimación del consumo energético con la nueva tecnología	62

3.2. Comparación de consumo: Tecnología actual vs Tecnología LED	66
3.3. Costos de adquisición e instalación de la nueva tecnología	67
Conclusiones generales.....	70
Recomendaciones.....	73
Referencias.....	74
Anexos.....	78

Índice de figuras

Figura N°1: Iluminación con tonos cálidos y fríos.....	10
Figura N°2: Diseños con iluminación natural.....	11
Figura N°3: Diseños con iluminación artificial	11
Figura N°4: Tipos de luminarias.	12
Figura N°5: Diagrama de cavidad zonal	24
Figura N°6: Instituto Tomas Ocampo Chavarría	30
Figura #7: Distribución de lámparas de vapor de sodio en auditorio.....	32
Figura #8: Lámparas de vapor de sodio de alta presión utilizadas en Auditorio.....	33
Figura #9: Distribución de bombillos en biblioteca	33
Figura #10: Distribución de bombillos en aula de clases	35
Figura N°11: Ejemplo de iluminación ideal para espacios cerrados.	46
Figura N°12: Ejemplo de iluminación ideal para espacios grandes.	47
Figura #13: 202 ZIP LED 48 2 18W 3200 lm	49
Figura #14: Especificaciones de luminaria LED 202 ZIP	50
Figura #15: Especificaciones del tubo LED para luminaria LED 202 ZIP.....	50
Figura #16: SYLVANIA P23752 LED HIGHBAY 100W CW GC350	52
Figura #17: Especificaciones de luminaria HIGHBAY	53
Figura #18: Dimmer LED + interruptor.....	54
Figura #19: Especificaciones técnicas, SINSA.....	55
Mapa del nivel de iluminación en baños.	79
.....	107
.....	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Eficacia lumínica	15
Tabla 2: Procedimiento para los cálculos de cavidad zonal.....	25
Tabla 3: Tabla de porcentaje de reflectancia efectiva en la cavidad de piso o techo	26
Tabla 4: Ejemplo de cálculo por método de cavidad zonal	27
Tabla 5: Censo de carga del sistema iluminación actual.....	36
Tabla 6: Niveles de iluminación actuales del instituto.	39
Tabla 7: Niveles de iluminación establecidos por el MITRAB.....	41
Tabla 8: Niveles de iluminación establecidos por Sylvania.	42
Tabla 9: Niveles de iluminación para aulas.	56
Tabla 10: Niveles de iluminación aproximados con propuesta LED.....	57
Tabla 11: Censo de carga estimado del sistema de iluminación LED.	62
Tabla 12: Comparación de consumo de ambas tecnologías.	66
Tabla 13: costos de adquisición de luminarias LED y control inteligente.	68
Tabla 14: Costos de mano de obra aproximados de desmontaje e instalación de alternativa LED.....	68
Tabla 15: Listado de accesorios necesarios para instalación de tecnología LED.....	69

Dedicatoria

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mis padres, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante.

También a mis amigos, por brindarme su apoyo moral en esas noches que tocaba investigar.

Y, finalmente, a los que no creyeron en mí, con su actitud lograron que tomará más impulso.

Agradecimientos

A mis padres, no lo digo lo suficiente, pero, gracias, por cada noche tarde, cada mañana temprano, cada pequeño sacrificio que creían que yo no notaba, por las veces que se quedaron sin nada para que yo pudiera tener suficiente, por cada “Estoy bien” que decían, cuando sabían que estaban cansados, me enseñaron lo que significa dar sin esperar nada a cambio.

Como el amor se demuestra de mil maneras silenciosas, los duros días trabajados, los sueños que dejaron a un lado, el amor que dieron incondicionalmente, crecí pensando que eran inquebrantables, que tenían todas las respuestas, pero ahora veo que solo hacían lo que podían, solo intentaban que todo funcionara, llevo trozos de ustedes en mí, las lecciones, la fuerza que mostraban cada día, así que aunque no lo diga a menudo, gracias por ser mi primer hogar, mi lugar más seguro y por quererme de todas las formas posibles.

A mi tutor, Ing. Alejandro Hernández Solís, gracias por guiarme en todo el proceso hasta el final del camino, por su paciencia, enseñanzas y consejos, de las pocas personas que he admiro y respeto, un gran ser humano.

Introducción

Los seres humanos poseen una capacidad extraordinaria para adaptarse a su entorno. En ello juega un papel fundamental la luz, ya que la mayor parte de la información que recibimos a través de los sentidos la obtenemos a través de la vista. Por ello con el tiempo se han desarrollado sistemas de iluminación que nos ayudasen a hacer nuestro día a día más fácil.

En el presente trabajo, se aborda un análisis fundamental para la mejora y eficiencia de la iluminación en el Instituto Tomas Ocampo Chavarría, colegio ubicado en la paz centro león. El enfoque principal se centra en la eficiencia del sistema de iluminación a través de la implementación de tecnología LED y la incorporación de un sistema de control inteligente.

La razón de esta investigación radica en la creciente importancia de la iluminación eficiente y sostenible en entornos educativos. La tecnología LED ha demostrado ser altamente eficiente en términos energéticos, lo que resulta en ahorros significativos a largo plazo y una reducción de la huella ambiental. Además, un sistema de control inteligente permite adaptar la iluminación a las necesidades específicas de cada espacio, mejorando así la calidad del ambiente de aprendizaje y la comodidad de los estudiantes y el personal.

Los propósitos y el alcance de este trabajo son múltiples. En primer lugar, se busca promover la eficiencia energética y la sostenibilidad en el Instituto, reduciendo los costos operativos y contribuyendo al cuidado del medio ambiente. Además, se pretende crear un entorno de aprendizaje más cómodo y productivo para los estudiantes y el

personal. Esta propuesta también tiene como objetivo servir como modelo para otras instituciones educativas que buscan modernizar sus sistemas de iluminación.

La metodología empleada para esta propuesta implica la evaluación detallada del sistema de iluminación existente, la selección de tecnología LED adecuada, el diseño de un sistema de control inteligente personalizado y la elaboración de un plan conceptual para la modernización.

Antecedentes

El Instituto Tomás Ocampo Chavarría presenta un sistema de iluminación basado principalmente en luces halógenas, caracterizadas por su alto consumo energético y baja eficiencia. A pesar de intervenciones puntuales en la sustitución de lámparas individuales, nunca se ha realizado una remodelación completa del sistema. Esto ha resultado en limitaciones en la calidad de la iluminación en espacios críticos como la biblioteca y los auditorios, afectando el ambiente de aprendizaje. La falta de una atención integral al problema ha impedido mejorar la eficiencia energética y la calidad de la iluminación en el instituto.

Experiencias que se vinculan con el problema objeto de investigación, siendo así, tenemos:

Título: “ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN EDIFICIO JULIO PADILLA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, APLICANDO TECNOLOGÍA LED CON CONTROL INTELIGENTE.” **Autores:** Erika Lucia Artola Manzanares, Manuel Salvador Acosta Icabalzeta. Este estudio aborda el nivel de iluminación en el edificio Julio Padilla de la Universidad Nacional de Ingeniería. Comienza evaluando la iluminación actual y luego elige un método de cálculo para asegurar una visión confortable y segura según normativas vigentes.

Título: “ESTUDIO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DEL EDIFICIO RIGOBERTO LOPEZ PEREZ Y PROPUESTA DE MEJORA”. **Autores:** Hellen Patricia Arana Selva, José Víctor Torres Ríos. Este estudio revela el estado actual del sistema de iluminación del Edificio Rigoberto López Pérez de la Universidad Nacional de

Ingeniería (UNI) y propone mejoras para aumentar su eficiencia, especialmente en el sótano. Se llevó a cabo un censo de carga de los equipos lumínicos y se midieron los niveles de iluminancia en todos los ambientes del edificio.

Título: “ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL ANTONIO LENIN FONSECA, UBICADO EN EL DEPARTAMENTO DE MANAGUA.” **Autores:** Anielka Tanyusca Blanco López, Jason Ariel Gutiérrez. Este estudio se enfocó en el análisis del consumo de energía eléctrica y la demanda registrada en la factura mensual del Hospital Antonio Lenin Fonseca, con tarifa T2-D. Se evaluó y determinó la mejor opción para lograr un ahorro energético, resultando la mejor opción el de realizar un cambio de tarifa a través de la separación del uso de la energía.

Título: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALUMBRADO LED PÚBLICO INTELIGENTE CONTROLADO VÍA WIRELESS E INSTALADO EN LA CASA DE DON BOSCO DE GUAYAQUIL.”. **Autores:** José Manuel Chacho Gómez, Paul Emilio Sotomayor Solís, Nelson David Delgado Quiñonez. Este proyecto se enfoca en el análisis y mejora de los alumbrados públicos, con énfasis en la implementación de tecnología LED y sistemas inteligentes para su gestión y eficiencia energética. También incluye un análisis histórico del alumbrado público y describe el diseño de la luminaria LED y la interfaz de control inalámbrico utilizada en el proyecto.

Título: “SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE: PROPUESTA PARA SU IMPLEMENTACIÓN EN ZONAS FRÍAS”. **Autores:** Guillermo Villalba¹, Carlos Cadena. El documento trata sobre el desarrollo de un sistema de iluminación inteligente y autónomo diseñado para funcionar en zonas de muy bajas temperaturas. Utiliza una luminaria con tres módulos LED y una batería de 12 V.

Justificación

En el Instituto Tomás Ocampo Chavarría, se presenta una situación que requiere una consideración cuidadosa en términos de eficiencia energética y modernización de su sistema de iluminación. Fundado hace 30 años, el instituto cuenta con una amplia infraestructura que incluye aulas, bodegas, área de dirección, computación biblioteca, tesorería, baños, un escenario y un gran auditorio utilizado para diversas ceremonias y eventos. Dada la naturaleza multifuncional de estas instalaciones, es crucial mantener un ambiente bien iluminado tanto durante el día como durante la noche para facilitar el aprendizaje y la realización de actividades.

Sin embargo, se observa que el sistema de iluminación actual del instituto sigue siendo predominantemente basado en tecnología antigua, con luminarias y sistemas de alimentación obsoletos que utilizan principalmente iluminación halógena. Esta situación presenta varias desventajas significativas, entre las cuales se incluyen el alto consumo de energía, la generación excesiva de calor y la obsolescencia tecnológica. El uso de iluminación halógena no solo es menos eficiente en términos energéticos, sino que también puede resultar en costos operativos más altos debido a su mayor consumo de electricidad y a la necesidad de reemplazo frecuente de las lámparas.

Además, la iluminación halógena tiende a generar una cantidad considerable de calor, lo que puede resultar incómodo para los ocupantes del edificio, especialmente durante los meses más cálidos del año. Este exceso de calor también puede contribuir al aumento de la carga térmica en el edificio, lo que a su vez puede requerir un mayor consumo de energía para la refrigeración. Por ende, se puede decir que el sistema de

iluminación actual del Instituto Tomás Ocampo Chavarría presenta una serie de deficiencias que afectan tanto la eficiencia energética como el confort de sus usuarios.

El uso de tecnologías avanzadas en el ámbito de la infraestructura eléctrica no solo puede llevar a una disminución significativa de los costos operativos y al aumento de la eficiencia energética, sino que también contribuye a la promoción de prácticas sostenibles en la institución. Esta iniciativa no solo beneficiará al "Instituto Tomás Ocampo Chavarría" en términos de reducción de gastos energéticos, sino que también servirá como un ejemplo para la comunidad educativa y la sociedad en general sobre la importancia de la gestión eficiente de la energía eléctrica.

Por lo tanto, este estudio de eficiencia energética busca proporcionar una solución integral y moderna para la infraestructura eléctrica del Instituto, que incluye la implementación de sistemas de iluminación LED de alta eficiencia energética y sus accesorios. Con esta iniciativa, se pretende impulsar el ahorro energético, mejorar la calidad del ambiente de trabajo y estudio para fomentar la adopción de prácticas sostenibles en la institución y la comunidad en general. Todo esto ayudará a contribuir a la preservación del medio ambiente, al tiempo que se generan beneficios económicos para los propietarios de los establecimientos.

Objetivos de investigación

Objetivo General

1. Realizar un estudio de eficiencia energética del sistema de iluminación, del instituto Tomas Ocampo Chavarría mediante la implementación de tecnología led y control inteligente.

Objetivos específicos

1. Evaluar el sistema eléctrico existente en el Instituto para identificar áreas de mejora en términos de eficiencia energética y realizar un inventario detallado de todos los dispositivos de iluminación y accesorios, en el Instituto.
2. Investigar y seleccionar la tecnología inteligente más adecuada para reemplazar los dispositivos convencionales en términos de eficiencia y calidad.
3. Evaluar los posibles impactos generados con la implementación de la nueva tecnología versus la tecnología actual en el Instituto Tomas Ocampo Chavarría en la eficiencia energética.

Marco teórico

Definición de eficiencia energética

La eficiencia energética puede definirse como la optimización del consumo energético para alcanzar unos niveles determinados de confort y de servicio. Si un país cuenta con un nivel adecuado de eficiencia energética esto le permite, por ejemplo, aumentar la seguridad de que existirá un abastecimiento de energía suficiente para toda la población. En el caso de los hogares se traduce en un ahorro en el pago de las facturas de los proveedores de energía. (BBVA, 2024)

Importancia de la eficiencia energética en edificaciones

- a) **Reducción de costos operativos:** Las edificaciones eficientes en términos energéticos pueden reducir significativamente los costos operativos a lo largo de su ciclo de vida (Agregar cita). Esto se logra mediante la optimización del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros servicios, lo que resulta en facturas de servicios públicos más bajas para los propietarios y usuarios.
- b) **Sostenibilidad ambiental:** La eficiencia energética en edificaciones contribuye a la reducción de la demanda energética y, por lo tanto, a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes asociados con la generación de energía. Esto ayuda a mitigar el cambio climático y a proteger el medio ambiente, al tiempo que promueve una mayor sostenibilidad a largo plazo.

- c) **Mejora del confort y la calidad de vida:** Los edificios eficientes energéticamente suelen ofrecer un entorno interior más confortable y saludable para sus ocupantes. Esto se logra mediante el control adecuado de la temperatura, la humedad y la calidad del aire, lo que puede mejorar el bienestar y la productividad de las personas que viven o trabajan en esas edificaciones.
- d) **Resiliencia y seguridad energética:** La eficiencia energética en edificaciones puede aumentar la resiliencia y la seguridad energética al reducir la dependencia de fuentes de energía externas y volátiles. Al mejorar la eficiencia energética de un edificio, se reduce la vulnerabilidad a los aumentos de precios de la energía y a las interrupciones en el suministro, lo que puede ser especialmente importante en situaciones de crisis energética.
- e) **Cumplimiento de normativas y estándares:** En muchos países, existen regulaciones y estándares que establecen requisitos mínimos de eficiencia energética para edificaciones nuevas y existentes. Cumplir con estas normativas no solo es obligatorio legalmente, sino que también puede resultar en beneficios financieros y reputacionales para los propietarios y desarrolladores de edificaciones.

Principios básicos de iluminación

Todo lo que perciben nuestros ojos, estos importantes órganos con que percibimos el mundo que nos rodea, no es más que luz. Esto es porque hay objetos que la emiten, la reflejan o la obstruyen, generando diversos matices, colores y tonalidades.

También es importante recalcar que toda la luz que percibimos no se queda simplemente en nuestros ojos, sino que es procesada por nuestro cerebro, lo que desencadena una serie de reacciones, emociones y pensamientos que nos permiten procesar y darle significado a todo lo que observamos. (SERCORARQ, 2016)



Figura N°1: Iluminación con tonos cálidos y fríos.

La iluminación natural

La luz natural es imprescindible para la mayoría de los seres vivos ya que está relacionada con el funcionamiento de numerosos ciclos y procesos vitales, por lo que debe de ser prioridad su adecuado aprovechamiento en todos los espacios arquitectónicos posibles. Esta luz proviene de diversas fuentes tales como el sol (luz natural directa), el brillo del cielo (luz difusa) y de los reflejos de estas dos fuentes, los cuales percibimos como el color de los objetos. Uno de los principales elementos arquitectónicos que permiten el aprovechamiento de la luz natural son las ventanas y por ello los reglamentos de construcción establecen que éstas deben de ser al menos del 17.5% de la superficie del espacio arquitectónico que deben iluminar, siendo lo más recomendable que éstas sean arriba del 20%. (SERCORARQ, 2016)



Figura N°2: Diseños con iluminación natural

La iluminación artificial

La introducción del uso masivo de la electricidad a finales del siglo XIX contribuyó de muchas maneras al progreso también de la arquitectura al introducir una forma de iluminación segura y confiable que ya no dependía del fuego. La invención de una bombilla eléctrica comercialmente viable por parte de Thomas Alva Edison (otros inventores ya habían creado luminarias incandescentes anteriormente pero que eran muy poco durables), supuso una gran revolución al lograr la iluminación de los espacios interiores con condiciones similares a las provistas por la luz de día, lo que permitió prolongar las actividades tras la puesta de sol y también dotar a la arquitectura de un nuevo lenguaje en el que la luz, la textura y el color mejoraron las propuestas de diseño. (SERCORARQ, 2016)



Figura N°3: Diseños con iluminación artificial

También la luz artificial, sobre todo en las edificaciones comerciales e industriales ha servido como sustituto de la luz natural permitiendo crear edificaciones sin ventanas y permitiendo explorar nuevas posibilidades formales de diseño. A pesar de que no es muy recomendable sustituir la luz natural por la artificial, es importante destacar que la luz artificial permite una gran variedad de propuestas de diseño, ya que las luminarias modernas permiten el empleo de numerosos tonos e intensidades que generan diversas sensaciones al observador, así tenemos por ejemplo que las luces tenues y de colores cálidos invitan a la contemplación relajada (como las que se encuentran en museos), mientras que las luces intensas de colores fríos (como las que se encuentran en fábricas y comercios) invitan a la concentración y a la actividad.

Para comprender mejor todas las aplicaciones de iluminación artificial, es preciso conocer los diferentes tipos de luminarias que existen en el mercado, las cuales se pueden emplear en una gran variedad de montajes tales como rieles con reflectores pequeños, reflectores de piso (popularmente conocidos como “spots”), reflectores orientables y las tradicionales lámparas de techo omnipresentes en todas las edificaciones, las cuales pueden ser de tubos o iluminar un solo punto. Actualmente las luminarias más comunes en el mercado son de los siguientes tipos:



Figura N°4: Tipos de luminarias.

- a) **Fluorescentes:** Consisten en tubos rellenos de gas neón y vapor de mercurio que al reaccionar con un estímulo eléctrico se ionizan emitiendo luz. La luz de éstas lámparas suele ser de un color frío y una tonalidad intensa, lo cual aunado a su bajo costo las vuelve un medio popular para iluminar edificaciones tanto residenciales como comerciales, actualmente se les comercializa tanto en tubos rectos como en focos que consisten en un tubo espiral que les da una forma muy característica.
- b) **Incandescentes:** Son el tipo de luminaria eléctrica más antigua que existe, consisten en una bombilla de vacío hecha de cristal, que contiene un filamento que al recibir la electricidad se calienta emitiendo luz, el cual está hecho de tungsteno. Este tipo de luminarias han caído en desuso por su alto consumo eléctrico, sin embargo, todavía es posible encontrarlas en aplicaciones decorativas.
- c) **Halógenas:** Son una variante de las luces incandescentes con la ventaja de que son más eficientes que las anteriores, ya que el interior de la bombilla está lleno de un gas halógeno (como el Yodo o el Bromo) lo que genera un equilibrio químico con el tungsteno del filamento aumentando su durabilidad. Este tipo de luces tiene la particularidad de que generan mucho calor, por ello el cristal de la bombilla está hecho de cuarzo y son más pequeñas, por lo que sus mayores aplicaciones están en la iluminación decorativa como reflectores y también son de amplio uso en el medio automotriz.
- d) **LED:** Los diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés) consisten en semiconductores de pequeño tamaño que emiten fotones, lo que les permite emitir

luces de diversos colores de acuerdo al material del que estén hechos. Tienen como ventaja su bajo consumo de energía, y que pueden emitir una luz blanca de tonalidad cálida sin necesidad de calentarse previamente (como las luminarias fluorescentes). Así mismo sus costos de fabricación están disminuyendo por lo que en un futuro reemplazarán a las luminarias halógenas y fluorescentes, ya que pueden adaptarse a muy diversas aplicaciones, tanto como luminarias decorativas, como luminarias principales. (SERCORARQ, 2016)

Ventajas de la tecnología LED sobre las fuentes de iluminación convencionales

a) Vida útil

Un LED tarda en disminuir su brillo original en un porcentaje determinado, generalmente alrededor del 30%. Los LEDs suelen tener una vida útil de al menos 50,000 horas de funcionamiento continuo, lo que equivale a más de 5 años de uso continuo sin apagarse.

Este largo ciclo de vida se debe a varias razones. En primer lugar, los LEDs no tienen filamentos que se desgasten con el tiempo, como las bombillas incandescentes, ni contienen materiales tóxicos como el mercurio en las lámparas fluorescentes, lo que contribuye a su durabilidad. Además, los LEDs son más eficientes en la conversión de energía eléctrica en luz, lo que significa que generan menos calor en comparación con otras tecnologías de iluminación. Este menor calor reduce el estrés en los componentes del LED, lo que prolonga su vida útil.

b) Menor mantenimiento comparado con las fuentes de luz convencionales

Otra de las ventajas de la tecnología LED es que no se funde, sino que sufre una degradación del flujo luminoso. Se considera que la vida útil del LED termina en el momento en que se reduce su luminosidad más de un 70% de su valor inicial.

Las luminarias LED duran muchas veces más que las fuentes de luz convencionales por lo que no es necesario invertir en repuestos constantemente. Se eliminan costos de mantenimiento periódicos, lo que mejora la rentabilidad de la instalación. (ILUMINET, s.f.)

c) Alta eficiencia energética

Debido a la extraordinaria y continuada evolución de los LEDs hacia la eficiencia energética, no se puede comparar el rendimiento lumínico del LED con su consumo.

Por este motivo no se mide su eficiencia con watts, sino con los cálculos de lúmenes por watt o lúmenes por LED.

EFICACIA DE LA LUZ / LIGHT EFFICIENCY	
	Eficacia media lm / watt Average efficiency Lm / watt
<i>Incandescente - incandescence</i>	10 - 18
<i>Halógena - halogen</i>	15 - 20
<i>Fluorescente compacto CFL (con balastro) - Compact fluorescent</i>	35 - 60
<i>Fluorescente lineal (con balastro) - Linear fluorescent</i>	50 - 100
<i>Halogenuros metálicos - Metal halogen</i>	50 - 90
<i>Led frío - Cold Led - Cree</i>	74 - 139
<i>Led cálido - Warm Led - Cree</i>	88 - 110

Tabla 1: Eficacia lumínica.

d) Extensa gama de colores por naturaleza

La uniformidad del bin “tonalidades de color” blanco es uno de los retos más difíciles que tienen los fabricantes de LEDs, estos están disponibles en tonalidades de blanco con temperaturas de color que van desde 2,700K hasta 8,000K.

LEDS ha centrado sus esfuerzos en asegurar que el bin de las diferentes luminarias sea el más próximo posible entre ellas. No se requiere el uso de filtros, por lo que se evita reducir la eficiencia de la luminaria, puesto que el LED ya brinda el color deseado. (ILUMINET, s.f.)

El color de la luz del LED depende de los materiales internos de éste; los LEDs azules están compuestos por diferentes materiales en comparación a los LEDs verdes. Podemos obtener la luz blanca a partir de una mezcla equitativa de los tres colores primarios —azul, rojo y verde— o también utilizando un LED blanco. La mejor manera de obtener luz blanca es cubrir un LED de color azul con una capa de fósforo. Dependiendo de los controles de calidad que tiene cada marca en su proceso de fabricación se conseguirá mayor o menor igualdad en los diferentes grupos del bin blanco; por esto es muy importante utilizar LEDs de primeras marcas.

e) Encendido instantáneo

El LED tiene el encendido más rápido comparado con fuentes de luz convencionales. Siendo otra de las características de los LEDs que su vida no se reduce por las repetidas acciones de encendido y apagado.

Un ejemplo son las luces de frenos de los automóviles, donde se utiliza porque es muy rápido y no es necesario esperar a que pase la corriente por el balastro y se

encienda. Dependerá también de los equipos: si los equipos son de calidad el LED no tardará en encender.

f) Robustez extrema

Otro punto a favor es la robustez: no es que los LEDs sean robustos (presionado con un dedo obviamente la óptica se daña), sino que esta tecnología es resistente a las continuas vibraciones. (ILUMINET, s.f.)

g) Aplicaciones LED

Las aplicaciones con tecnología LED son variadas y presentan desde los downlights hasta novedosos sistemas de proyección para iluminar fachadas, en seguida se presentan algunos.

Iluminación residencial:

Ejemplo: Reemplazo de bombillas incandescentes por bombillas LED en el hogar para reducir el consumo de energía y mejorar la eficiencia energética.

Iluminación comercial:

Ejemplo: Instalación de paneles LED en tiendas minoristas para resaltar productos y mejorar la experiencia de compra de los clientes.

Iluminación de oficinas:

Ejemplo: Implementación de sistemas de iluminación LED en oficinas para proporcionar una iluminación uniforme y de alta calidad que aumente la productividad y el bienestar de los empleados.

Iluminación de espacios públicos:

Ejemplo: Instalación de farolas LED en parques y calles para mejorar la visibilidad y la seguridad de los peatones y conductores durante la noche.

Iluminación de exteriores:

Ejemplo: Colocación de tiras de luces LED en jardines y terrazas para crear ambientes acogedores y decorativos durante las noches al aire libre.

Control inteligente de la iluminación

Una buena iluminación es mucho más que simplemente contar con luz muy potente. De hecho, una buena iluminación es aquella que responde a las necesidades concretas de cada momento. Es decir, a diferencia de la luz unimodal, se trata de una iluminación capaz de adaptarse a las distintas circunstancias y demandas de cada momento. Entonces es cuando hablamos de iluminación inteligente. (Simon electric , 2021)

¿Qué es la iluminación inteligente?

La iluminación inteligente es aquella que se adapta a las circunstancias para responder de la manera más eficiente posible a las necesidades lumínicas del momento. De hecho, la iluminación inteligente tiende a activarse únicamente cuando hay personas que necesitan iluminación (lo que se consigue utilizando detectores de movimiento). Además, la iluminación inteligente funciona de manera combinada con los sensores lumínicos, lo que permite adaptar la potencia y los ambientes a las circunstancias, teniendo en cuenta elementos como la luz natural o la hora, entre otros. (Simon electric , 2021)

¿Para qué sirve la iluminación inteligente?

Disponer de iluminación inteligente tiene muchas ventajas. Algunas de las más destacables son las siguientes:

Mayor eficiencia: Quizás, una de las principales ventajas que ofrecen los sistemas de iluminación inteligente es su mayor eficiencia. Gracias al control y gestión inteligente que se ejecuta, el consumo es mucho más eficiente en comparación con otros sistemas de iluminación que no aplican esta tecnología. En este sentido, el consumo se limita únicamente a los momentos en los que la luz está siendo útil para alguien y, además, esta se ajusta de forma automática a las condiciones lumínicas naturales. De esta forma, el uso que se hace de la energía que se consume es mucho más eficiente en su conjunto.

Mayor ahorro: Como consecuencia del uso inteligente que mejora la eficiencia de las luminarias, se deriva un menor consumo de energía. En consecuencia, como no se desperdicia nada de energía, esto se traduce en un mayor ahorro económico.

Luz programable y conectada: Otra de las ventajas que ofrece la iluminación inteligente es que se trata de un tipo de iluminación que se puede programar, ya sea directamente en la consola de control o desde un teléfono móvil. Esto se consigue gracias a la tecnología IOT que mantiene conectadas todas las luminarias con la consola de control y, a su vez, el conjunto de la instalación a Internet. De este modo, se puede programar desde cualquier lugar siempre que se disponga de una conexión Wi-Fi.

Mayor confort visual: Además de ver lo que tenemos delante, la iluminación afecta a nuestro grado de confort visual. Gracias a la iluminación inteligente se mejora dicho confort, ya que la iluminación se adecúa a las necesidades concretas de cada espacio y circunstancias lumínicas naturales, ofreciendo mayor comodidad visual y reduciendo el estrés y la fatiga visual.

Tipos de sistemas de control inteligente

El funcionamiento de los sistemas de control de iluminación depende del tipo de dispositivos con los que se cuente en cada caso. Es decir, se pueden encontrar diferentes sistemas de control de la iluminación y, especialmente, cabe distinguir los sistemas tradicionales o no automáticos (por ejemplo, el interruptor de encendido y apagado) de los sistemas automáticos (por ejemplo, un dispositivo que detecta la cantidad de luz natural en el ambiente y regula la luz artificial de las luminarias acorde a dicha cantidad).

Algunos de los dispositivos más importantes que constituyen los sistemas de control de iluminación son los siguientes:

Interruptor de atenuación o Dimmer: La atenuación de la iluminación consiste en controlar la cantidad de luz que emiten las luminarias, lo que se hace en referencia tanto a la luz ambiental como acorde a la situación de cada momento. Su uso permite la creación de escenas, es decir, atmósferas concretas que se adaptan a las demandas lumínicas de cada momento. (Simon Electric, 2021)

Controlador LED RGB: Se trata de un dispositivo que permite el control del color de la luz emitida por las luminarias. Esto permite adaptar las tonalidades a cada situación, tanto si se desea una atmósfera más relajada como si se quiere una destinada a fomentar la actividad laboral, por ejemplo.

Sensores de presencia: Los sensores de presencia detectan cuándo hay personas o no en una habitación o estancia. De esta forma, cuando la habitación está vacía, se puede prescindir del uso de luz artificial, ya que no es necesaria para la realización de ninguna actividad.

Sensores de luz natural: En este caso, se trata de sensores que detectan la luz natural en interiores procedente del exterior. De esta forma, se calcula la cantidad y tipo de luz artificial que es necesaria para conseguir la atmósfera adecuada en cada momento, siempre, compensando este uso de la luz artificial en proporción a la presencia de luz natural. (Simon electric , 2021)

Temporizadores: Sirven para controlar el tiempo de uso de los distintos dispositivos asociados a los sistemas de control de iluminación.

Metodología

Tipo de investigación

El tipo de investigación es cualitativa, resaltando perspectivas analíticas y descriptivas para abordar de manera integral la viabilidad técnica de utilizar tecnología LED y controles inteligentes, partiendo de un problema y unos objetivos bien definidos, utiliza instrumentos metodológicos (cuestionarios, entrevistas a colaboradores del instituto, información de documentos) para la recolección y el análisis de la información.

La población objeto de estudio comprende todas las instalaciones de iluminación del Instituto. Esto incluye todas las áreas, aulas, pasillos, espacios comunes y exteriores que están actualmente iluminados dentro del instituto. La población completa será objeto de análisis en el estudio de eficiencia energética del sistema de iluminación, abarcando todas las luminarias y sistemas de control presentes en el instituto.

La principal fuente de información para este estudio será el director del colegio, Jorge Evelio Jirón Jaime. El director ha confirmado su disposición para proporcionar toda la información necesaria y otorgar los permisos requeridos para llevar a cabo la

investigación en el Instituto. En caso de que el director no esté disponible, se designará a otra persona autorizada para colaborar y facilitar el acceso a los datos y áreas pertinentes dentro del colegio.

Información proporcionada por el director del colegio:

- a) Recibos de energía eléctrica para analizar el consumo de energía.
- b) Fotografías de las luminarias, tableros eléctricos y áreas de iluminación para evaluar el estado y la eficiencia de los sistemas de iluminación.
- c) Datos sobre la última remodelación o actualización del sistema de iluminación para comprender la antigüedad y el estado de los equipos.
- d) Cualquier otra información relevante relacionada con el sistema de iluminación, como informes de mantenimiento o registros de cambios realizados en las luminarias.

Metodología utilizada para llevar a cabo los objetivos específicos.

Objetivo #1

En primer lugar, se llevará a cabo una evaluación del sistema eléctrico actual en el Instituto, por ende, se visitará el lugar y ya con la autorización del director se procederá a inspeccionar las áreas específicas dentro de las instalaciones donde se pueden realizar mejoras significativas para lograr un uso más eficiente de la energía eléctrica. Esto es esencial para reducir los costos operativos del Instituto y disminuir su alta demanda de la red eléctrica pública, que a menudo se ve reflejado en su recibo de energía debido al uso constante de dispositivos eléctricos en las instalaciones.

Habiendo hecho lo anterior, ahora por medio del recurso Excel se realizará un censo de carga, que implica registrar y cuantificar el consumo eléctrico de los dispositivos

y sistemas presentes. Este censo incluirá la identificación de la ubicación de cada dispositivo, su tipo, su potencia y la estimación de su tiempo de uso diario. Esto permitirá obtener un estimado de la carga eléctrica total en diferentes áreas del Instituto y comprender mejor cómo se utiliza la energía eléctrica en el entorno escolar.

El resultado de esta evaluación y censo de carga proporcionará una visión completa de la situación energética actual del Instituto. Estos datos servirán como punto de partida sólido para tomar decisiones informadas en las fases posteriores de la investigación, como la selección de tecnología LED y sistemas de control inteligente.

En fin, esta fase es esencial para comprender cómo se utiliza actualmente la energía eléctrica en el Instituto y para identificar áreas donde se pueden realizar mejoras.

Objetivo #2

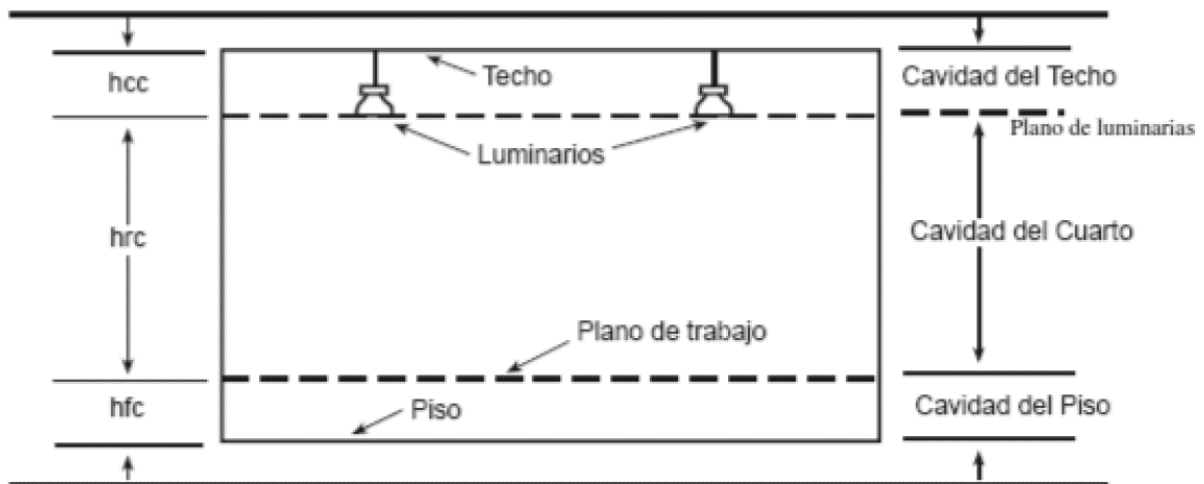
El segundo paso, consistirá en realizar una exhaustiva revisión y análisis de mercado para identificar las tecnologías inteligentes disponibles en el ámbito de la iluminación, con un enfoque en sistemas de gestión de iluminación y control relacionados. Se deberá tener en cuenta parámetros clave de eficiencia energética, como el rendimiento lumínico, el consumo de energía y la durabilidad de los dispositivos.

Además de la búsqueda en los catálogos de las marcas preseleccionadas como Philips Lighting (Signify) y Sylvania, se empleará el método de **cavidad zonal** para la ubicación, cantidad y desempeño de las luminarias en las aulas y lugares del instituto.

El método de cavidad zonal es un procedimiento utilizado en el diseño y análisis de sistemas de iluminación para calcular la iluminación en un espacio cerrado de manera

más precisa, considerando cómo la luz interactúa con las superficies dentro del espacio, además se estará utilizando como apoyo cálculos en Excel.

Consiste en encontrar un coeficiente de utilización (C_u) en el área o local en estudio el cual esta conformado por 3 cavidades las cuales son: Cavity de techo, cavity del local y cavity del suelo.



Siendo:

h_{cc} = Altura de cavidad de techo

h_{rc} = Altura de cavidad del local o cuarto

h_{fc} = Altura de cavidad de suelo

Figura N°5: Diagrama de cavidad zonal

Se determinan los rangos de cavidad mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Rango de Cavidad de Techo (CCR)} = \frac{5 h_{cc} (L + W)}{L \times W}$$

L = Largo del cuarto
W = Ancho del cuarto

$$\text{Rango de Cavidad de Cuarto (RCR)} = \frac{5 h_{cr} (L + W)}{L \times W}$$

$$\text{Rango de Cavidad de Piso (FCR)} = \frac{5 h_{fc} (L + W)}{L \times W}$$

Se determinan los coeficientes de reflexión de techos, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

Tabla 2: Procedimiento para los cálculos de cavidad zonal

Se determinan las reflectancias de cavidad efectiva:

- **Pw** = % Reflectancia efectiva de pared que es la misma % de reflectancia o coeficiente de reflexión de pared (permanece constante)
- **Pcc** = % Reflectancia de cavidad del techo efectiva.
- **Pfc** = % Reflectancia de cavidad del suelo efectiva

Las cuales se determinan por medio de la siguiente tabla, interceptando el % de reflectancia de techo y suelo con los valores de CCR y FCR previamente calculados. En caso de que el valor de un valor intermedio de la tabla se realiza una interpolación para determinar el valor.

Porcentaje de reflectancia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de reflectancia																		
% Reflectancia de techo o piso	90				80				70			50				30		
% Reflectancia de pared	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10
RSR																		
0.2	89	88	86	85	78	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	09
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	09
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	08
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	08
1.0	86	80	75	69	74	72	67	62	62	58	53	46	43	38	30	27	24	08
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	07
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	07
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	07
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	06
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	06
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	06
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	06
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	06
2.8	81	66	54	44	65	59	48	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	05
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	05
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	05
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	05
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	04
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	04
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	04
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	04
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	04
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	04
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	04
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	04

Tabla 3: Tabla de porcentaje de reflectancia efectiva en la cavidad de piso o techo

Dicho lo anterior, ahora por medio de Excel, se trabajará con la siguiente calculadora de cavidad zonal que aplica toda la teoría anterior para un resultado más óptimo, donde las celdas naranjas son los espacios editables conforme a los datos que se obtengan en visitas al instituto y las celdas que no son naranjas son valores constantes elegidos específicamente para este proyecto.

NOMBRE DEL LOCAL: AULA 1-13					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros		Superficie de Reflexion	%	
Longitud	7.2		Plafón	80%	
Ancho	6.3		Muro	50%	
Area	45.8		Piso	20%	
Altura Techo	5.23		Altura de Montaje	0.7	
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	5.23	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0.7
Relacion Local	7.75	Relacion	0	Relacion del Piso	1.04
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA 202 Zip Tubo LED	2	1600	1	0.90	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	500		Nivel Resultante	503.33	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			0.9		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			7.75		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			1.04		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
7.95	N = (Er*S)/(φxLxC.U.xF.P.T) =				8
2					
Ee = (NexLxφxC.UxF.P.T)/S =					503.333712
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					0.66%

Tabla 4: Ejemplo de cálculo por método de cavidad zonal

Este método permitirá una evaluación más precisa de cómo las tecnologías inteligentes se adaptan al entorno específico del Instituto. Al dividir el espacio interior del instituto en zonas o cavidades y considerar las características de reflexión de la luz en las superficies del entorno, como las paredes, el techo y el piso, se podrá comprender mejor cómo la luz emitida por los dispositivos de iluminación inteligente se distribuye en cada zona y cómo interactúa con las superficies circundantes.

Tras analizar minuciosamente la información recopilada, se determinará cuál de las marcas ofrece la tecnología más adecuada en términos de eficiencia y calidad para el proyecto en el Instituto Tomás Ocampo Chavarría. Esta elección se basará en las características técnicas y las ventajas de cada marca.

Finalmente, se documentarán los hallazgos y se presentará en un informe detallado que incluirá justificaciones claras y recomendaciones fundamentadas.

Objetivo #3

Una vez que se haya completado el censo y seleccionado la tecnología LED, se llevará a cabo una comparativa de costos energéticos. Esta comparativa implica calcular el gasto energético actual basado en el censo de carga del sistema de iluminación y las tarifas eléctricas vigentes. Esto proporcionará una visión clara de cuánto se gasta en iluminación con la tecnología actual.

Luego, se estimará el costo energético a futuro que reflejaría el instituto si se implementara la tecnología LED. Esto se hace utilizando los datos recopilados en el censo, pero aplicando las eficiencias y ahorros de energía esperados con la nueva tecnología LED. La estimación reflejará el impacto potencial de la implementación de

estas nuevas tecnologías en términos de ahorro de energía y costos operativos. En última instancia, esta comparativa permitirá al colegio evaluar si la inversión en tecnología LED es económicamente viable y cuál podría ser su impacto financiero a largo plazo.

Con apoyo de Excel, se creará una tabla en una hoja de cálculo para registrar los datos iniciales como detalles del sistema de iluminación actual, como la potencia total, la cantidad de luminarias y todas las características necesarias.

En una segunda tabla se ingresarán los datos de la tecnología LED, incluyendo la potencia nominal de las luminarias LED, la cantidad necesaria y cualquier información sobre la eficiencia energética.

En otra tabla, se calcularán los costos energéticos actuales y futuros. Para calcular el costo energético actual, se utilizan fórmulas para multiplicar la potencia total por las horas de uso y las tarifas eléctricas.

Para calcular el costo energético futuro con la tecnología LED, se repite el proceso utilizando los datos de la tecnología LED propuesta y se comparan los costos con los actuales.

Finalmente, se utilizarán gráficos de barras o gráficos de líneas y una tabla comparativa en Excel para representar visualmente la comparativa entre los costos energéticos actuales y futuros. Esto permitirá una presentación efectiva de los resultados de la comparativa de costos energéticos entre las dos tecnologías de iluminación.

Capítulo 1: Evaluación del Sistema Eléctrico Existente en el Instituto

1.1. Introducción



Figura N°6: Instituto Tomás Ocampo Chavarría

Fundado en 1990 en respuesta a cambios políticos en Nicaragua y en memoria del Profesor Tomás Ocampo Chavarría. (Aniversario, s.f.)

El Instituto Tomás Ocampo Chavarría, ubicado en La Paz Centro, León, Nicaragua, es una institución educativa semiprivada que ha experimentado un notable crecimiento a lo largo de los años. Con una población estudiantil que supera los 800 estudiantes en 3 niveles educativos (Primaria, secundaria y nocturna), este colegio se ha convertido en un importante centro de aprendizaje en la región.

Las aulas y espacios educativos del Instituto Tomás Ocampo Chavarría están diseñados para brindar un ambiente propicio para el aprendizaje, con amplias y luminosas instalaciones. Sin embargo, debido a su crecimiento, el sistema eléctrico

original diseñado para la institución se ha vuelto insuficiente y poco eficiente en términos de energía.

El diseño eléctrico inicial, concebido hace varias décadas, no pudo anticipar la creciente demanda de energía que requeriría el instituto en el futuro. Esto se ha traducido en una mayor cantidad de luminarias fluorescentes e interruptores de los necesarios, lo que ha generado una complejidad innecesaria en la gestión eléctrica y un consumo energético más alto de lo ideal.

Además, el sistema de iluminación del instituto, aunque funcional, se basa en luminarias tradicionales de alto consumo energético. Esta infraestructura de iluminación no solo aumenta los costos de energía, sino que también tiene un impacto negativo en la huella ambiental de la institución.

1.2. Descripción del sistema de iluminación del instituto.

El sistema de iluminación del Instituto Tomás Ocampo Chavarría se compone principalmente de lámparas fluorescentes compactas y lámparas de vapor de sodio de alta presión, distribuidas en la mayoría de las áreas del colegio. Las aulas están equipadas con varios bombillos fluorescentes cada una, pero a pesar de la cantidad de bombillos, la iluminación es deficiente en muchos casos y genera problemas como el exceso de calor o falta de un buen nivel de iluminación.

Además, que mantiene la costumbre de dejar encendidas las luces durante periodos muy largos, sin percatarse de lo sucedido, causando a largo plazo un incremento de costo en el recibo de energía.

- Zonas inspeccionadas (Parte 1)

Bodegas	Mediante visitas de inspección, se pudo confirmar que estas zonas carecen de una buena iluminación ya que poseen pocas luminarias o bombillos y éstas a la vez tienen una pésima distribución por lo cual no se aprovecha en lo absoluto su nivel de iluminación y esto significa un problema a la hora de hacer eventos o buscar algún material ya sea en biblioteca o bodegas.
Tarima	
Auditorio	
Biblioteca	
Parqueo de bicicletas	
Entrada de acceso general:	



Figura #7: Distribución de lámparas de vapor de sodio en auditorio



Figura #8: Lamparas de vapor de sodio de alta presión utilizadas en Auditorio



Figura #9: Distribución de bombillos en biblioteca

Zonas inspeccionadas (Parte 2)

Aulas, dirección, secretaria, subdirección, baños.	En este caso, el uso de bombillos pequeños y de baja eficiencia crea serios problemas de iluminación. Aunque estén distribuidos en cantidad suficiente, estos dispositivos no logran iluminar adecuadamente, dejando zonas oscuras o con iluminación insuficiente en aulas, pasillos y otras áreas clave. Esto no solo afecta la visibilidad y dificulta las actividades educativas, sino que también genera una percepción de inseguridad y malestar en los espacios. Además, estos bombillos suelen tener un consumo energético alto en relación con la poca luz que ofrecen, lo que resulta en un desperdicio de recursos.
---	--



Figura #10: Distribución de bombillos en aula de clases

1.3. Censo de carga de iluminación del instituto.

Censo de carga del sistema de iluminación del Instituto Tomas Ocampo Chavarría.							
Aula/Área	Tipo de Luminaria	Cantidad de Luminarias	Potencia de cada Luminaria (W)	Potencia total (W)	Horas de Uso Diario	Energía (kWh)	Estado de las Luminarias
Entrada de acceso general	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	5	70	350	12 (A partir de las 6pm a 6pm)	4.200	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Dirección	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	2	20	40	8	0.320	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Subdirección	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Secretaria	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	2	20	40	8	0.320	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Biblioteca	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	8	18	144	8	1.152	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Bodega #1	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Bodega #2	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	2	20	40	2	0.080	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Auditorio	Lámpara de vapor de sodio de alta presión estilo cobra	4	250	1000	2	2.000	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Estacionamiento de bicicletas	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	4	60	240	14	3.360	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #1	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #2	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #3	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #4	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #5	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #6	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #7	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #8	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #9	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #10	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #11	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #12	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Aula #13 (de computación)	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	20	120	8	0.960	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Tarima	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	6	40	240	2	0.480	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Baño de hombres #1	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	2	20	40	4	0.160	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Baño de hombres #2	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	2	20	40	4	0.160	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Baño de mujeres #1	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	2	20	40	4	0.160	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Baño de mujeres #2	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	2	20	40	4	0.160	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Baño de profesores (Varones)	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	2	20	40	4	0.160	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
Baño de profesores (Mujeres)	Lámpara compacta fluorescente (CFL):	2	20	40	4	0.160	En funcionamiento, con desgaste y con presencia de polvo.
				4.13 kW		27.27 kWh	

Tabla 5: Censo de carga del sistema iluminación actual

1.3.1. Descripción General de los Datos

Mediante la realización de un censo de carga del Instituto Tomás Ocampo Chavarría se reveló que el sistema de iluminación está compuesto principalmente por lámparas compactas fluorescentes (CFL), con una potencia promedio de 20W por luminaria. La potencia total instalada alcanza los 4.13 kW, mientras que el consumo energético diario estimado es de 27.27 kWh, considerando las horas de uso reportadas por área.

1.3.2. Áreas con mayor cantidad de luminarias:

La **biblioteca**, con 8 luminarias de 18W, y la tarima con 6 con un total de 14 luminarias, son los espacios con más luminarias instaladas.

Las **aulas**, con 6 lámparas cada una, son consistentes en su distribución, aunque su diseño puede no estar optimizado.

1.3.3. Áreas con menor densidad lumínica:

Los **baños** y espacios pequeños, como la dirección, la secretaría y el parqueo de bicicletas, tienen entre 2 y 4 luminarias, pero su uso diario y la baja potencia pueden resultar insuficientes en términos de calidad lumínica.

1.3.4. Áreas Críticas

El análisis muestra varios problemas relacionados con la calidad y distribución de la iluminación:

Ineficiencia lumínica: A pesar de tener una cantidad considerable de luminarias en las aulas (6 por aula, equivalentes a 120W), la iluminación sigue siendo insuficiente, lo que indica una distribución inadecuada o una falta de mantenimiento en las lámparas,

también áreas como auditorio presentan una mala distribución y por lo tanto zonas oscuras.

Calor ambiental: El uso de lámparas compactas fluorescentes no solo genera luz, sino también calor, lo que puede contribuir a un ambiente poco confortable, especialmente en aulas con varias luminarias.

1.3.5. Relación con el Consumo Energético

Las luminarias en funcionamiento acumulan un consumo diario considerable de 21.39 kWh, lo que puede representar una parte importante del consumo eléctrico total del instituto.

Áreas como la biblioteca, aulas, dirección, que tienen horarios de uso intensivo, presentan un alto consumo energético, pero no necesariamente ofrecen una iluminación adecuada para las actividades realizadas en estos espacios.

1.3.6. Estado del Sistema de Iluminación

Un problema recurrente es la presencia de polvo en las luminarias, lo que puede reducir significativamente la eficiencia lumínica. Aunque todas las luminarias están "en funcionamiento", el deterioro por falta de limpieza o mantenimiento preventivo afecta tanto la calidad de la iluminación como la percepción de los usuarios.

- **Tabla resumen de iluminación actual**

Ambiente	Niveles MITRAB (LUX)	Niveles requeridos (LUX)	# de luminarias	Niveles resultantes con lamparas actuales (LUX)
Dirección	200	400	2	20
Subdirección	200	400	2	20
Secretaria	200	400	2	20
Biblioteca	200	300	9	31.97
Bodega #1	100	150	6	25.85
Bodega #2	100	150	2	19.04
Auditorio	300	800	4	228.67
Estacionamiento de bicicletas	100	100	4	4.95
Aula #1	200	500	8	51.91
Aula #2	200	500	8	51.91
Aula #3	200	500	8	51.91
Aula #4	200	500	8	51.91
Aula #5	200	500	8	51.91
Aula #6	200	500	8	51.91
Aula #7	200	500	8	51.91
Aula #8	200	500	8	51.91
Aula #9	200	500	8	51.91
Aula #10	200	500	8	51.91
Aula #11	200	500	8	51.91
Aula #12	200	500	8	51.91
Aula #13 (de computación)	200	500	8	51.91
Tarima	300	500	6	9.79
Baño de hombres #1	100	150	2	13.46
Baño de hombres #2	100	150	2	13.46
Baño de mujeres #1	100	150	2	13.46
Baño de mujeres #2	100	150	2	13.46
Baño de profesores (Varones)	100	150	2	13.46
Baño de profesores (Mujeres)	100	150	2	13.46

Tabla 6: Niveles de iluminación actuales del instituto.

1.4. Análisis de la infraestructura actual

La infraestructura de iluminación en el Instituto Tomás Ocampo Chavarría presenta varios desafíos y limitaciones que impactan directamente en la eficiencia energética y el confort visual de sus instalaciones. Actualmente, el sistema de iluminación al estar compuesto en gran parte por luminarias antiguas, como bombillos fluorescentes y lámparas de vapor de sodio no solo tienen un alto consumo energético, sino que también generan una iluminación desigual, dejando muchas áreas clave con poca luz o sombras pronunciadas. Esto afecta tanto la funcionalidad de los espacios como la comodidad de estudiantes y docentes durante sus actividades diarias.

La distribución de las luminarias también representa un desafío. En muchas aulas, pasillos y espacios comunes, la cantidad y posición de las luces no son suficientes para proporcionar una iluminación uniforme, creando zonas oscuras que afectan la visibilidad y la seguridad de los estudiantes.

Al analizar la tabla de niveles de iluminación del Instituto Tomás Ocampo Chavarría, se evidencia una realidad preocupante: los niveles actuales de iluminación en las diferentes áreas del instituto son considerablemente más bajos de lo que se requiere para garantizar un entorno seguro, cómodo y funcional para los estudiantes, el personal y las actividades diarias.

Por un lado, los niveles de iluminación establecidos por el MITRAB (Ministerio del Trabajo) resultan ser insuficientes y desactualizados, ya que fueron definidos hace varios años y no reflejan las necesidades reales y actuales de los espacios educativos modernos. Estos valores, aunque fueron una referencia en su momento, no consideran aspectos clave como las exigencias de calidad visual, las tecnologías de iluminación más

eficientes disponibles hoy en día y los requerimientos específicos de cada ambiente escolar (aulas, auditorios, laboratorios, oficinas, etc.).

ARTO. 19 Se deberá garantizar la iluminación en lugares con peligro de caída, acceso y en las salidas de emergencia, instalándose además iluminación de señalización. En los frentes de trabajo se garantizará un nivel de iluminación de 50 Lux.

ARTO. 20 Los niveles de iluminación permisible deberán ser los siguientes:

No.	AREAS	NIVEL LUX
	SUBTERRÁNEOS	
1	ZONAS DE PASO	20
2	SALIDAS DE EMERGENCIA	20
3	INSTALACIONES ELECTRICAS	100
4	POLVORÍN	200
5	ESTACION DE BOMBEO (REPOSADERAS)	20
6	AREA DE PRIMEROS AUXILIOS	300

Compilación de Normativas en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo

	SUPERFICIE	200
		200
7	PLANTEL DE BENEFICIO	300
8	ABSORCIÓN DISORCION REFINAMIENTO (ADR)	300
9	TALLERES	300
10	LABORATORIO	100
11	OFICINAS	200
12	ALMACENES	100
13	SALAS DE MAQUINAS	
14	TAJOS	

Tabla 7: Niveles de iluminación establecidos por el MITRAB.

En cambio, los niveles de iluminación recomendados por Sylvania responden a estándares actualizados y alineados con las mejores prácticas internacionales en iluminación eficiente. Estas recomendaciones consideran las particularidades de cada espacio, priorizando la calidad de la luz, el confort visual, la seguridad y el ahorro energético. Por ejemplo, para las aulas, Sylvania sugiere niveles de 500 lux, lo cual es coherente con las necesidades actuales de aprendizaje, mientras que el MITRAB apenas recomienda 200 lux y eso que tomando como referencias la opción de oficina, lo que es insuficiente para actividades que requieren concentración y lectura prolongada.

ENSEÑANZA						
Dibujo de arte, industrial y costura	500	700	1000		-	-
Gimnasios	150	300	500		-	-
Pizarras	300	500	700		-	-
Salas de clases y laboratorios	200	500	1000		-	-
Salas de conferencias	200	500	1000		-	-
Vestíbulos, habitaciones de paso	150	500	700		-	-
Vestuarios, tocadores, lavabos	50	100	250		-	-
GARAJES						
Parkings	100	150	300	-	-	-
Reparaciones	200	300	500	-	-	-
HABITACIONES						
Cuartos de baño: Alumbrado general	50	100	250		-	-
Espejos	200	500	1000		-	-
Cocinas	150	300	600		-	-
Cuartos de estar: Alumbrado general	70	200	400		-	-
Lectura	200	500	700		-	-
Cuartos de niños	70	200	400		-	-
Dormitorios: Alumbrado general	50	100	250		-	-
Camas	200	500	800		-	-
Escaleras	100	150	300		-	-
Trabajo de escolares en casa	300	500	750		-	-

Tabla 8: Niveles de iluminación establecidos por Sylvania.

Además, los niveles actuales de iluminación en el Instituto (con Lámpara compacta fluorescente) son muy bajos: en la mayoría de las áreas no superan los 52 lux en promedio, muy lejos de los 500 lux necesarios. Esto no solo compromete la eficiencia energética, sino que también afecta negativamente la calidad del ambiente de estudio y puede provocar fatiga visual, incomodidad e incluso riesgos para la salud.

Por lo tanto, queda claro que seguir las normas del MITRAB ya no es viable ni responsable en el contexto actual. Es necesario adoptar las recomendaciones de Sylvania, basadas en criterios técnicos actualizados, para garantizar un sistema de iluminación eficiente, seguro y adecuado para la comunidad educativa. Implementar esta modernización no es solo una opción técnica, sino una responsabilidad ética hacia el bienestar de los estudiantes y el personal docente.

Capítulo 2: Investigación y selección de tecnología inteligente para reemplazo

2.1. Tecnologías inteligentes disponibles en el mercado

En este apartado, se revisaron las diferentes tecnologías de iluminación y control inteligente disponibles en el mercado, evaluando su potencial para reemplazar el sistema de iluminación existente en el Instituto. La investigación se centró en identificar soluciones que no solo proporcionaran eficiencia energética, sino también la capacidad de control y automatización para optimizar el consumo eléctrico y mejorar las condiciones de iluminación.

En el mercado de iluminación, existen varias marcas reconocidas que ofrecen luminarias diseñadas específicamente para espacios cerrados y amplios, las cuales

utilizan tubos LED. Estas luminarias destacan por su eficiencia energética, durabilidad y capacidad para integrarse con sistemas de control inteligente. Algunas de las marcas más relevantes en Nicaragua incluyen Philips, GE Lighting, y Sylvania, cada una con productos que cumplen con estándares internacionales de calidad y que son ideales para aplicaciones educativas.

Por ejemplo, revisando las marcas para la alternativa de luminarias de esta investigación, tenemos:

- **Philips**

Philips Smart Batten LED: Esta luminaria utiliza tubos LED T8 y es ideal para aulas y espacios amplios. Ofrece opciones de ajuste de brillo y puede conectarse a sistemas de control inteligente para automatizar encendido y apagado, o controlar la iluminación mediante sensores.

Philips GreenPerform Highbay LED: Es una luminaria industrial diseñada específicamente para aplicaciones en áreas con techos altos, como almacenes, fábricas, centros de distribución, instalaciones deportivas, y talleres. Esta luminaria combina una alta eficiencia energética con un diseño robusto y duradero, ofreciendo una solución ideal para reducir costos operativos y mejorar la iluminación en espacios amplios.

- **GE Lighting (Current):**

GE LED Tubular Fixtures: Estas luminarias están diseñadas para usar tubos LED T8 de alta eficiencia. Son ideales para espacios grandes como aulas y pueden complementarse con sensores de presencia y controles remotos para ajustar la intensidad de la luz según la ocupación del lugar.

GE Luminous Tube Fixtures: Diseñadas para ofrecer iluminación uniforme en áreas amplias, estas luminarias incluyen sistemas que permiten regular el flujo lumínico y son compatibles con sistemas de automatización basados en IoT.

- **Sylvania:**

Luminaria tipo 202 con tubos LED: Ideal para espacios con techos bajos o medianos, como aulas, oficinas, pasillos y talleres pequeños. Proporciona luz uniforme y eficiente, siendo adecuada para tareas que requieren iluminación constante y moderada.

Luminaria Led tipo campana HIGHBAY: Es ideal para espacios con techos altos (más de 4 metros) como gimnasios, bodegas, auditorios, talleres industriales o almacenes. Estas luminarias ofrecen luz de alta intensidad con una distribución uniforme, lo que permite iluminar grandes áreas desde una altura significativa. Su diseño robusto y su alta eficiencia energética las hacen perfectas para entornos que requieren iluminación potente y duradera.

2.2. Aspectos clave para la selección de luminarias

- **Considerando espacios cerrados y no tan grandes.**

Para un ambiente de estudio, administración o financiero, la lámpara adecuada debe ser práctica y funcional. Es recomendable que utilice una fuente de luz LED con una temperatura de color neutra o fría (4000K-5000K) para proporcionar una iluminación clara y adecuada para la concentración. Debe ofrecer una intensidad luminosa suficiente (500-1000 lux) y, preferiblemente, contar con ajuste de brillo para adaptarse a diferentes actividades. Además, es esencial que disponga de un difusor o un diseño antideslumbrante para proteger la vista y garantizar una iluminación uniforme sin generar sombras incómodas.



Figura N°11: Ejemplo de iluminación ideal para espacios cerrados.

- **Considerando espacios grandes con alturas de techo mayores a 4mts.**

En lugares como auditorios, tarimas o pasillos con techos superiores a 4 metros y diseñados para eventos variados, es fundamental usar luminarias de alta potencia y gran alcance que aseguren una iluminación uniforme en toda el área.

Además, dado que los techos altos dificultan el mantenimiento, se deben usar luminarias LED de larga duración y sistemas accesibles para su revisión. Por último, incorporar tecnología como controles automatizados o iluminación programable puede mejorar la experiencia y optimizar el consumo energético.



Figura N°12: Ejemplo de iluminación ideal para espacios grandes.

2.3. Selección de tecnologías led y control inteligente para nuevo sistema de iluminación

Se optó por utilizar luminarias de la marca **Sylvania** en todo el sistema de iluminación debido a su reconocida trayectoria en el sector, su cumplimiento con normas internacionales de calidad y eficiencia y la amplia disponibilidad de fichas técnicas y soporte especializado. Al emplear una única marca para todo el proyecto, se garantizó la uniformidad en los cálculos, facilitando el diseño, lo que permitió validar los resultados obtenidos y asegurar la correcta selección de productos conforme a las necesidades específicas del instituto. Esta decisión también favorece el mantenimiento futuro, al reducir la variedad de repuestos y asegurar la compatibilidad entre componentes.

- **Certificaciones**

Norma ISO 50001 – 2024: Establece los requisitos para una gestión energética eficiente en organizaciones, promoviendo la mejora continua. Su objetivo es integrar el uso responsable de la energía en todos los niveles de la empresa, desde la adquisición hasta su consumo, fomentando el ahorro energético.

Norma ISO 9001 – 2015: Es un estándar internacional certificable que regula los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC). Promueve un enfoque basado en procesos y es auditada periódicamente por entidades externas. En FSCR, forma parte del Sistema Integrado de Gestión de Calidad y Ambiente (SIGCA).

Norma ISO 14001 – 2015: Es un estándar internacional que establece un marco para la gestión ambiental, buscando equilibrar el desarrollo socioeconómico con la protección del medio ambiente. Exige cumplir con objetivos ambientales específicos y es auditada periódicamente por entidades externas. En FSCR, está integrada al Sistema Integrado de Gestión de Calidad y Ambiente (SIGCA).

UL (Underwriters Laboratories): UL (Underwriters Laboratories) es una empresa de certificación reconocida internacionalmente, especializada en seguridad, pruebas, validación e inspección. Sus certificaciones respaldan la calidad de productos en sectores como la iluminación y canalización eléctrica. FSCR posee varias de estas certificaciones, garantizando la seguridad y cumplimiento normativo de sus productos.

NOM: Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones obligatorias que aseguran la calidad, seguridad e información adecuada de productos y servicios. FSCR cuenta con productos de iluminación certificados bajo estas normas.

RoHS: Es una directiva de la Unión Europea que limita el uso de materiales peligrosos en equipos eléctricos y electrónicos.

Además, la amplia disponibilidad de accesorios y materiales de la marca en el mercado local asegura facilidad de reposición, mantenimiento y continuidad operativa del sistema, reduciendo tiempos y costos a futuro. Esto convierte a Sylvania en una opción confiable y práctica para modernizar el sistema de iluminación del Instituto.

- **Luminaria seleccionada para áreas de aulas, baños, dirección, secretaria, subdirección, biblioteca y bodegas.**



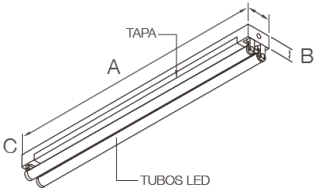
Figura #13: 202 ZIP LED 48 2 18W 3200 lm

Se optó por la selección de la luminaria 202 ZIP LED 48" 2x18W ya que presenta es una solución de iluminación eficiente y moderna, ideal para aplicaciones en entornos educativos, industriales y comerciales. Con una potencia total de 36W (dos tubos de 18W cada uno), ofrece una salida luminosa de 3200 lúmenes, garantizando una iluminación

uniforme y de alta calidad. Su diseño sobrepuesto permite una instalación sencilla en diversas superficies, lo que la hace especialmente adecuada para aulas, bibliotecas, pasillos y laboratorios escolares, donde se requiere una iluminación constante y libre de parpadeos.

Especificaciones técnicas:

Dimensión Nominal	A (mm)	B (mm)	C (mm)
24" 1T	618	90	30
48 1T"	1228	90	30
48 2T"	1228	90	30

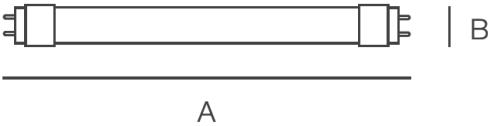


Modelo Model	Dimensión Nominal Nominal Dimension	Cantidad de Tubos Quantity of tubes	Potencia Power	Lámpara Lamp	Instalación Installation	Códigos Codes
202 Zip Tubo LED	24"	1	9 W	Sin Tubos	Sobreponer	P07204-36
	24"	1	9 W	P24994-36		P07079-36
	48"	1	18 W	Sin Tubos		P07206-36
	48"	1	18 W	P27900-3		P07081-36
	48"	2	18 W	Sin Tubos		P07207-36
	48"	2	18 W	P27900-3		P07082-36

Figura #14: Especificaciones de luminaria LED 202 ZIP

Dimensiones Generales / General Dimensions

Potencia Power	A (mm)	B (mm)
18 W	1213	28
9 W	600	28



Código Code	Descripción Description	Potencia Power	Flujo Luminoso Luminous Flux	TCC	Vida Útil Lifespan	Eficacia Efficacy	Ángulo de apertura Beam angle
P27900	TUBO LED	18 W	1600 lm	6500 K	20000h	89 lm/W	270°
P24994	VIDRIO T8	9 W	800 lm		15000h		

Figura #15: Especificaciones del tubo LED para luminaria LED 202 ZIP

Beneficios destacados:

- **Eficiencia energética:** Bajo consumo de energía gracias a la tecnología LED, lo que contribuye al ahorro energético en instalaciones grandes como escuelas e industrias.
- **Iluminación uniforme:** La luminaria ofrece una luz homogénea que reduce las sombras y el deslumbramiento, favoreciendo un entorno cómodo para el estudio o trabajo.
- **Durabilidad:** Los tubos LED aseguran una larga vida útil y menor necesidad de mantenimiento, lo que reduce los costos a largo plazo.
- **Montaje sencillo:** Su instalación sobrepuesta facilita la integración en diversas superficies sin necesidad de modificaciones complejas.
- **Luz sin parpadeo:** Ideal para ambientes de estudio o trabajo donde es crucial evitar la fatiga visual.

- **Luminaria seleccionada para áreas de auditorio, tarima, parqueo de bicicletas y entrada de acceso general.**



Figura #16: SYLVANIA P23752 LED HIGHBAY 100W CW GC350

La luminaria LED HIGHBAY 100W ha sido seleccionada específicamente para el nuevo sistema de iluminación debido a su capacidad para cubrir amplias áreas con una luz uniforme y de alto rendimiento. Su potencia de 100W, combinada con una luz fría (Cool White), la hace ideal para iluminar espacios grandes y de uso frecuente, como auditorios, tarimas, donde se requiere una visibilidad clara y constante.

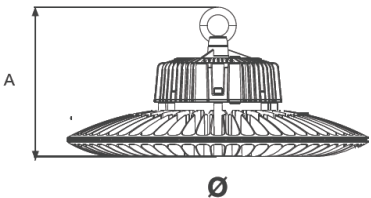
Con un diseño robusto y compacto, esta luminaria es resistente al polvo y la humedad, lo que asegura su durabilidad en entornos exigentes. Su capacidad para iluminar de manera uniforme techos altos y cubrir grandes áreas la convierte en la opción

ideal para los espacios descritos en la tesis, mejorando la eficiencia energética y proporcionando una solución adaptable y duradera para las instalaciones del instituto.

Especificaciones técnicas

Dimensiones Generales / General Dimensions

Código Code	A (mm)	Ø (mm)
P23752	147	230
P23753	156	270
P23754	157	320



Codigo Code	Descripción Description	Potencia Power	Flujo Luminoso Luminous flux	Eficacia Efficacy	Temp. Color Color Temp.	Ángulo de apertura Beam angle
P23752	Campana LED ETL 100W GC350	100 W	15000 lm	>150 lm/W	5700K	90°

Figura #17: Especificaciones de luminaria HIGHBAY

- **Control inteligente seleccionado para nuevo sistema de iluminación a base de LED.**

Para optimizar el uso de las lámparas en espacios de estudio y minimizar el consumo innecesario de energía, especialmente en lugares donde las luces suelen quedar encendidas por largos períodos y generan calor al ambiente y para las personas, se puede emplear una solución clave: Dimmer + interruptor. Esta opción es útil tanto en espacios pequeños como en instalaciones grandes, adaptándose a las necesidades específicas de cada ambiente.

- **Dimmer:** Control de intensidad lumínica y apagado total.

El uso de un Dimmer permite ajustar la intensidad de la luz según las actividades que se realicen.

Por ejemplo:

Durante sesiones de exámenes semestrales, rendición de estados de cuentas financieras, se puede configurar una luz brillante y potente o viceversa para favorecer la concentración.

En actividades que requieren menor iluminación, como descansos o limpieza, se puede reducir la intensidad, disminuyendo así el consumo de energía.



Figura #18: Dimmer LED + interruptor

Esta opción es especialmente útil en lugares donde se busca una iluminación versátil y ajustable, permitiendo un control eficiente de la energía y aumentando la vida útil de las lámparas LED.

Color	Blanco.
Potencia	150W.
Marca	Eagle
Otros Detalles	60Hz.
Unidad de Medida	Unidad
Voltaje	120V.

Figura #19: Especificaciones técnicas, SINSA

2.4. Cálculo de luminarias LED por medio del método de cavidad zonal para las zonas del instituto.

En este apartado se empleó el método de cavidad zonal como herramienta principal para determinar el número óptimo de luminarias en las áreas objeto de estudio. Se seleccionaron luminarias de la marca Sylvania para toda la instalación, lo cual permitió garantizar uniformidad en los cálculos y los resultados obtenidos.

Para complementar este análisis, se contó con la ayuda de expertos de la marca Sylvania, quienes utilizaron el software especializado DIALux para realizar un diseño lumínico detallado. Durante este proceso, se proporcionaron las medidas exactas de cada área, los datos técnicos de las luminarias seleccionadas, y los objetivos de eficiencia lumínica esperados según los cálculos realizados.

El diseño lumínico desarrollado por los expertos no solo confirmó la precisión de los cálculos iniciales, sino que también permitió visualizar cómo las luminarias interactuarían en las áreas evaluadas. En este documento, se presentan las tablas detalladas de los cálculos realizados mediante el método de cavidad zonal, ofreciendo una visión integral de los resultados.

- **Aulas**

Se utilizaron los resultados del cálculo de 1 aula para los 12 restantes, ya que comparten las mismas medidas, la luminaria que aplica para este caso es: LUMINARIA 202 Zip Tubo LED.

El nivel de iluminación requerido es de 500 luxes.

NOMBRE DEL LOCAL: AULA 1-13					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros		Superficie de Reflexion	%	
Longitud	7.2		Plafón	80%	
Ancho	6.3		Muro	50%	
Area	45.8		Piso	20%	
Altura Techo	5.23		Altura de Montaje	0.7	
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	5.23	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0.7
Relacion Local	7.75	Relacion	0	Relacion del Piso	1.04
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coefficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA 202 Zip Tubo LED	2	1600	1	0.90	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	500		Nivel Resultante	503.33	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			0.9		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			7.75		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			1.04		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
7.95	N = (Er*S)/(ΦxLxC.U.xF.P.T) =				8
2					
Ee = (NexLxΦxC.UxF.P.T)/S =					503.333712
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					0.66%

Tabla 9: Niveles de iluminación para aulas.

- **Método de Cavidad Zonal**

Para las aulas, los resultados obtenidos proponen 8 luminarias que se acerca a un nivel de iluminancia promedio de 503.33 lx, muy cerca del objetivo de 500 lx, lo que cumple con los estándares requeridos para aulas según las normativas internacionales.

- **Tabla resumen de propuesta de iluminación LED y control inteligente.**

Ambiente	Niveles MITRAB (LUX)	Niveles requeridos (LUX)	# de luminarias	Niveles resultantes con lamparas LED (LUX)
Dirección	200	400	4	387.88
Subdirección	200	400	4	387.88
Secretaria	200	400	4	387.88
Biblioteca	200	300	9	310.01
Bodega #1	100	150	6	250.69
Bodega #2	100	150	3	276.92
Auditorio	300	800	20	228.67
Estacionamiento de bicicletas	100	250	4	283.61
Aula #1	200	500	8	503.33
Aula #2	200	500	8	503.33
Aula #3	200	500	8	503.33
Aula #4	200	500	8	503.33
Aula #5	200	500	8	503.33
Aula #6	200	500	8	503.33
Aula #7	200	500	8	503.33
Aula #8	200	500	8	503.33
Aula #9	200	500	8	503.33
Aula #10	200	500	8	503.33
Aula #11	200	500	8	503.33
Aula #12	200	500	8	503.33
Aula #13 (de computación)	200	500	8	503.33
Tarima	300	500	6	560.65
Baño de hombres #1	100	150	2	130.56
Baño de hombres #2	100	150	2	130.56
Baño de mujeres #1	100	150	2	130.56
Baño de mujeres #2	100	150	2	130.56
Baño de profesores (Varones)	100	150	2	130.56
Baño de profesores (Mujeres)	100	150	2	130.56

Tabla 10: Niveles de iluminación aproximados con propuesta LED

La propuesta de luminarias LED Sylvania en el sistema de iluminación del Instituto Tomás Ocampo Chavarría presenta una mejora significativa en la calidad de la iluminación, logrando niveles de lux más acordes a los valores recomendados por Sylvania, los cuales están diseñados para satisfacer estándares modernos de confort visual y eficiencia energética.

Entre los principales hallazgos tenemos:

- En la mayoría de los ambientes analizados (aulas, oficinas, pasillos, etc.), los niveles de iluminación resultantes con las lámparas LED Sylvania se ajustan a los valores recomendados, cumpliendo así con los requerimientos para tareas específicas como lectura, escritura y actividades administrativas.
- Los valores de lux obtenidos con las luminarias Sylvania muestran una mayor uniformidad y cobertura en comparación con el sistema anterior, por lo que reducirían notablemente las zonas oscuras, mejorando la visibilidad general en las áreas clave del Instituto.
- La cantidad de luminarias se mantiene dentro de un rango eficiente, optimizando el consumo energético sin sacrificar la calidad de la iluminación.

2.5. Evaluación comparativa de tecnologías inteligentes vs actuales

- Consumo energético

Lampara compacta fluorescente: (Actual)	Consumen más energía, típicamente entre 18W y 27W para producir una iluminación moderada.
Lámpara de vapor de sodio de alta presión. (Actual)	Consumen entre 70W y 400W según la potencia necesaria.
Luminarias tubo LED (Tecnología inteligente)	Consumen entre 8W y 12W para producir la misma cantidad de luz que una fluorescente, con menor consumo.
Luminarias HIGHBAY LED (Tecnología inteligente)	Consumen entre 100W y 200W para producir la misma o más cantidad de luz que una VSAP, con menor consumo.

- Vida útil

Lampara compacta fluorescente: (Actual)	Aproximadamente 8,000 a 12,000 horas.
--	---------------------------------------

Lámpara de vapor de sodio de alta presión. (Actual)	Vida útil entre 12,000 y 24,000 horas, pero su eficiencia disminuye con el tiempo.
Luminarias tubo LED (Tecnología inteligente)	Aproximadamente 20,000 horas.
Luminarias HIGHBAY LED (Tecnología inteligente)	Aproximadamente 50,000 horas.

- **Eficiencia luminosa**

Lampara compacta fluorescente: (Actual)	La mayoría de estas bombillas generan entre 45 y 100 lúmenes por vatio.
Lámpara de vapor de sodio de alta presión. (Actual)	Altamente eficientes, generan entre 90 y 140 lm/W, pero emiten luz monocromática de tono anaranjado, lo que afecta la calidad de iluminación.

Luminarias tubo LED (Tecnología inteligente)	Producen entre 80 y 120 lm/W, ofreciendo más luz con menor energía.
Luminarias HIGHBAY LED (Tecnología inteligente)	Producen entre 145 y 150 lm/W, ofreciendo más luz con menor energía.

Capítulo 3: Evaluación del Impacto de la Implementación de la nueva tecnología

3.1. Estimación del consumo energético con la nueva tecnología.

Censo de carga del sistema de iluminación del Instituto Tomas Ocampo Chavarría con alternativa LED.							
Aula/Área	Tipo de Luminaria	Cantidad de Luminarias	Potencia de cada Luminaria (W)	Potencia total (W)	Horas de Uso Diario	Energía (kWh)	Beneficio
Entrada de acceso general	SYLVANIA P23752 LED HIGHBAY 100W CW GC350	6	100	600	12 (A partir de las 6pm a 6pm)	7.200	Con la incorporación de un dimmer + interruptor, se habilita la posibilidad de regular la intensidad luminosa de manera flexible, adaptándola a factores ambientales como la temperatura, ya sea para generar mayor calidez o frescura en el espacio. Esto no solo optimiza el rendimiento del sistema, sino que también contribuye a disminuir significativamente los costos de electricidad, haciéndolo una opción económica y sostenible a largo plazo.
Dirección	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	4	18	72	8	0.576	
Subdirección	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	4	18	72	8	0.576	
Secretaría	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	4	18	72	8	0.576	
Biblioteca	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	9	18	162	8	1.296	
Bodega #1	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	6	18	108	2	0.216	
Bodega #2	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	3	18	54	2	0.108	
Auditorio	SYLVANIA P23752 LED HIGHBAY 100W CW GC350	20	100	2000	2	4.000	
Estacionamiento de bicicletas	SYLVANIA P23752 LED HIGHBAY 100W CW GC350	4	100	400	5	2.000	
Aula #1	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #2	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #3	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #4	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #5	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #6	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #7	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #8	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #9	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #10	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #11	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #12	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Aula #13 (de computación)	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	8	18	144	8	1.152	
Tarima	SYLVANIA P23752 LED HIGHBAY 100W CW GC350	6	100	600	2	1.200	
Baño de hombres #1	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	2	18	36	2	0.072	
Baño de hombres #2	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	2	18	36	2	0.072	
Baño de mujeres #1	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	2	18	36	2	0.072	
Baño de mujeres #2	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	2	18	36	2	0.072	
Baño de profesores (Varones)	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	2	18	36	2	0.072	
Baño de profesores (Mujeres)	202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	2	18	36	2	0.072	
		182		6.23 kW		33.16 kWh	

Tabla 11: Censo de carga estimado del sistema de iluminación LED.

Tras el análisis del sistema de iluminación del Instituto Tomás Ocampo Chavarría, se ha comparado el consumo energético del sistema actual, basado en lámparas compactas fluorescentes (CFL), con una alternativa de tecnología LED diseñada para cumplir con los estándares óptimos de iluminación en un entorno educativo.

El censo actual refleja un consumo total de 4.13 kW, con un consumo diario estimado de 27.27 kWh bajo un esquema de operación convencional. En contraste, la alternativa basada en luminarias LED proyecta una demanda de 6.23 kW, con un consumo diario estimado de 33.16 kWh. A primera vista, el consumo de la alternativa LED es superior, lo que podría generar la impresión de un mayor gasto energético. Sin embargo, existen múltiples razones técnicas y operativas que justifican la viabilidad y conveniencia de la transición a LED como la mejor opción:

- **Iluminación Adecuada y Cumplimiento de Normativas**

La alternativa LED no solo reemplaza las luminarias existentes, sino que también mejora la iluminación conforme a los estándares recomendados para instituciones educativas. La iluminación en un ambiente académico debe garantizar niveles adecuados de luminancia y uniformidad para optimizar la visibilidad, reducir la fatiga visual y mejorar la concentración de estudiantes y docentes. Con el sistema actual, el instituto opera con un déficit de iluminación en varias áreas, lo que impacta negativamente en el confort visual.

- **Control de Intensidad y Consumo Real Reducido**

Aunque la alternativa LED presenta una capacidad instalada mayor, no todas las luminarias estarán encendidas al mismo tiempo. La implementación de interruptores con dimmers permitirá un control progresivo de la intensidad luminosa, reduciendo

significativamente el consumo eléctrico cuando se requiera menor iluminación. Esta flexibilidad operativa no es posible con las lámparas CFL, que solo operan en un estado de encendido o apagado.

- **Mayor Eficiencia Energética y Menor Pérdida Térmica**

Las lámparas LED son significativamente más eficientes en la conversión de energía eléctrica en luz visible. Mientras que las CFL desperdician un porcentaje considerable de energía en forma de calor, las luminarias LED tienen una eficiencia superior, logrando una mayor iluminación con menor consumo efectivo. En términos de lúmenes por vatio (lm/W), las LED ofrecen una iluminación más uniforme y eficiente en comparación con las CFL, lo que compensa su aparente mayor consumo.

- **Reducción de Costos de Mantenimiento**

El sistema de iluminación actual presenta signos de desgaste y acumulación de polvo, lo que compromete su rendimiento. Las lámparas CFL tienen una vida útil promedio de 8,000 a 10,000 horas, mientras que las LED pueden superar las 50,000 horas, reduciendo la frecuencia y los costos asociados al mantenimiento y reemplazo de luminarias.

- **Impacto Ambiental y Sustentabilidad**

El uso de tecnología LED contribuye a una menor huella de carbono, ya que su fabricación y operación generan menos emisiones de CO₂ en comparación con las lámparas fluorescentes, las cuales además contienen mercurio, un elemento contaminante. A largo plazo, la adopción de LED en entornos educativos promueve un uso más responsable y sostenible de los recursos energéticos.

- **Por lo tanto**

Si bien el consumo energético proyectado con la alternativa LED es mayor en términos de potencia instalada, los beneficios asociados a su eficiencia, control de intensidad, reducción de mantenimiento y mejora en la calidad de iluminación justifican ampliamente su implementación. La posibilidad de regular la intensidad lumínica mediante dimmers, junto con la mayor eficiencia lumínica y menor deterioro con el tiempo, hacen de la tecnología LED la opción óptima para garantizar un entorno educativo bien iluminado y energéticamente eficiente.

3.2. Comparación de consumo: Tecnología actual vs Tecnología LED

Ambiente	Potencia de lamparas compacta fluorescente	Potencia de luminarias LED	Costo mensual (Lampara compacta fluorescente)	Costo mensual (LED)
Dirección	20	18	9.6	17.28
Subdirección	20	18	28.8	17.28
Secretaría	20	18	9.6	17.28
Biblioteca	18	18	34.56	38.88
Bodega #1	20	18	28.8	6.48
Bodega #2	20	18	2.4	3.24
Auditorio	250	100	60	120
Estacionamiento de bicicletas	60	100	100.8	96
Aula #1	20	18	28.8	34.56
Aula #2	20	18	28.8	34.56
Aula #3	20	18	28.8	34.56
Aula #4	20	18	28.8	34.56
Aula #5	20	18	28.8	34.56
Aula #6	20	18	28.8	34.56
Aula #7	20	18	28.8	34.56
Aula #8	20	18	28.8	34.56
Aula #9	20	18	28.8	34.56
Aula #10	20	18	28.8	34.56
Aula #11	20	18	28.8	34.56
Aula #12	20	18	28.8	34.56
Aula #13 (de computación)	20	18	28.8	34.56
Tarima	40	100	14.4	36
Baño de hombres #1	20	18	4.8	4.32
Baño de hombres #2	20	18	4.8	4.32
Baño de mujeres #1	20	18	4.8	4.32
Baño de mujeres #2	20	18	4.8	4.32
Baño de profesores (Varones)	20	18	4.8	4.32
Baño de profesores (Mujeres)	20	18	4.8	4.32
		Kwh/mes	692.16	827.64
		Costo en cordobas mensual	6229.44	7448.76

Tabla 12: Comparación de consumo de ambas tecnologías.

Si bien la tabla refleja un consumo superior en algunas áreas con la tecnología LED, este dato aislado no refleja la eficiencia real del sistema. Las luminarias fluorescentes compactas (CFL) actualmente en uso son de una generación obsoleta, con una eficiencia lumínica baja y una rápida depreciación del flujo luminoso. En contraste, las luminarias LED, aun con un mayor consumo en ciertos puntos, ofrecen una

distribución lumínica más eficiente y uniforme, lo que reduce la necesidad de sobre iluminación y mejora la visibilidad en los espacios escolares.

Además, el análisis de consumo reflejado en la tabla no toma en cuenta el beneficio del sistema de control inteligente, que permite regular la intensidad de las luminarias según la necesidad de iluminación en cada momento.

- **Ejemplo:** Durante el día, los salones de clases pueden aprovechar la luz natural y reducir la potencia de las luminarias en un 40-60%, disminuyendo así el consumo total.

Este factor por sí solo genera una reducción del consumo eléctrico que no está reflejada en la comparación de consumos nominales entre CFL y LED.

3.3. Costos de adquisición e instalación de la nueva tecnología

En este apartado se presenta el análisis detallado de los costos asociados a la adquisición e instalación de la nueva tecnología LED en el Instituto Tomás Ocampo Chavarría. Se incluyen los costos unitarios de los dispositivos de iluminación, los gastos de instalación y los insumos requeridos. Este apartado permitirá evaluar la inversión inicial y su impacto en la eficiencia energética y la reducción del consumo eléctrico.

A continuación, se presenta un desglose de los costos de adquisición de las luminarias LED:

Tipo de luminaria	Cantidad	costo unitario C\$	Costo total C\$
202 ZIP LED 48 2 18W 3600 lm	150	C\$ 759.00	C\$ 113,850.00
SYLVANIA P23752 LED HIGHBAY 100W CW GC350	41	C\$ 4,709.00	C\$ 193,069.00
DIMMER LED + INTERRUPTOR 3VIAS DECOR 150W 120V BLANCO EAGLE	34	C\$ 1,159.00	C\$ 39,406.00
			C\$ 346,325.00

Tabla 13: costos de adquisición de luminarias LED y control inteligente.

El costo total estimado de adquisición de luminarias LED es de **C\$ 346,325** sin incluir costos adicionales de instalación y accesorios complementarios.

Además de la inversión en luminarias, es necesario considerar los costos de instalación. Este proceso incluye el desmontaje de las luminarias actuales, la adecuación de la infraestructura eléctrica y la colocación de los nuevos dispositivos LED. En la siguiente tabla se detallan los costos de instalación:

Concepto	Unidad	Cantidad aproximada	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Mano de obra por desmontaje de luminarias actuales	C/U	135	C\$ 200.00	C\$ 27,000.00
Mano de obra por instalacion de luminarias LED	Por punto	191	C\$ 300.00	C\$ 57,300.00
				C\$ 84,300.00

Tabla 14: Costos de mano de obra aproximados de desmontaje e instalación de alternativa LED.

Descripción	Unidad	Cantidad Estimada	Costo unitario C\$	Costo total C\$
Cajas octagonales PVC o metálicas	Unidad	50	C\$ 525.00	C\$ 26,250.00
Tubo conduit PVC ¾"	Metro	650	C\$ 57.70	C\$ 37,505.00
Curvas PVC ¾"	Unidad	150	C\$ 14.43	C\$ 2,164.50
CABLE THHN CAJA PHELPS DODGE:12:BLANCO	Caja	6	C\$ 2,630.63	C\$ 15,783.78
CABLE THHN CAJA PHELPS DODGE:12:ROJO	Caja	6	C\$ 2,630.63	C\$ 15,783.78
CABLE THHN CAJA PHELPS DODGE:12:VERDE	Caja	6	C\$ 2,630.63	C\$ 15,783.78
Tornillería y taquetes	Unidad	200	C\$ 55.00	C\$ 11,000.00
Conectores para tubo PVC ¾"	Unidad	200	C\$ 8.89	C\$ 1,778.00
Breakers monopolares 20A	Unidad	8	C\$ 829.00	C\$ 6,632.00
Tablero eléctrico de distribución 16 espacios	Unidad	1	C\$ 1,939.00	C\$ 1,939.00
TAPE SCOTH 3M X COLOR ROJO	Unidad	4	C\$ 364.88	C\$ 1,459.52
TAPE SCOTH X COLOR VERDE	Unidad	4	C\$ 364.88	C\$ 1,459.52
TAPE SCOTH X COLOR BLANCO	Unidad	4	C\$ 364.88	C\$ 1,459.52
				C\$ 138,998.40

Tabla 15: Listado de accesorios necesarios para instalación de tecnología LED.

Este es el monto que se destinará exclusivamente a la mano de obra, sin incluir materiales o equipos.

La tabla muestra el costo total de materiales para la instalación del sistema de iluminación LED en el colegio. El monto final asciende a C\$ 138,998.40, lo que incluye todos los insumos necesarios como luminarias, cableado, accesorios eléctricos, canalización y posiblemente elementos de control inteligente.

Conclusiones generales

Para finalizar esta investigación, se concluye que el Instituto Tomás Ocampo Chavarría es una institución en constante expansión, con un crecimiento progresivo en su matrícula estudiantil. Este incremento ha generado la necesidad de optimizar el uso del espacio disponible, reasignando aulas previamente utilizadas como bodegas para adaptarlas a fines académicos. Sin embargo, esta expansión ha evidenciado una deficiencia crítica en el sistema de iluminación actual, el cual no satisface los requerimientos lumínicos adecuados para el óptimo desempeño de las actividades educativas.

El sistema de iluminación existente es ineficiente tanto en términos de consumo energético como en la calidad de iluminación proporcionada. A medida que el colegio continúe expandiéndose, será evidente la necesidad de implementar una solución lumínica que no solo garantice niveles adecuados de iluminancia en todas las áreas de enseñanza, sino que también se adapte a la variabilidad en la ocupación de espacios y a la optimización del consumo energético.

Con respecto a las normativas de iluminación en nicaragua, refiriéndonos al MITRAB, se considera no viable esta opción, ya que esos datos de niveles de iluminación no proporcionan claridad, además de estar desfasados de tiempo, no toman en cuenta variables actuales que son necesarias para un buen ambiente de aprendizaje, por lo que se optó por seguir una normativa actualizada a los lineamientos de hoy en día como lo es la de sylvania, estos datos nos permitieron adecuar las mejores condiciones para el sistema de iluminación led propuesto en esta investigación.

También, la adopción de tecnología LED con control inteligente representa una alternativa viable y sostenible, capaz de mejorar la uniformidad de la iluminación, reducir el consumo energético y proporcionar condiciones óptimas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta alternativa permitirá adecuar los niveles de iluminación en función del uso real de cada espacio, optimizando así la eficiencia operativa del colegio y contribuyendo a un ambiente educativo más confortable y productivo.

En contraste con lo anterior, a partir de los cálculos obtenidos del censo de carga del sistema de iluminación actual y del censo estimado para la alternativa LED, se observó que, a simple vista, el consumo del sistema actual parece inferior al de la propuesta LED. Sin embargo, esta percepción es variable, ya que la eficiencia del nuevo sistema dependerá del uso adecuado que le den las autoridades del instituto.

Mediante una tabla de comparación del consumo actual vs el consumo aproximado de las luminarias LED se logró observar lo siguiente: es notable que una implementación de estas tecnologías no será barato, para nada económico y también viendo los cálculos consumirán más que lo que ya está instalado, pero si nos ponemos a analizar la situación actual del sistema de iluminación del instituto, las aulas y otras áreas importantes utilizan lámparas fluorescentes de baja calidad, cuando un colegio aspira a grandes avances en la formación de sus estudiantes debe estar a la altura de presentar las mejores condiciones y es ahí donde entra esta alternativa de un sistema de iluminación led con control inteligente, en resumen, no puede seguir utilizando lo mismo si piensa crecer en todos los aspectos.

La propuesta LED no solo incorpora luminarias de mayor eficiencia, sino también un sistema de control mediante dimmer e interruptor, lo que representa un valor agregado

significativo. Aunque el dimmer podría considerarse un lujo, la implementación de luminarias adecuadas es esencial para cualquier institución educativa. Además, mediante el cálculo de cavidad zonal, se determinó la cantidad óptima de luminarias en cada área específica, validando estos resultados con el software Dialux y el respaldo de expertos de la marca Sylvania. El análisis mostró una coincidencia del 95% entre los cálculos propios y los generados por el software, lo que confirma la viabilidad de la propuesta. No obstante, los beneficios del nuevo sistema no serán inmediatos, sino que requerirán un proceso de adaptación y uso adecuado para evidenciar su impacto positivo en términos de eficiencia y confort visual.

Recomendaciones

Se recomienda lo siguiente:

- Asegurar una instalación ordenada y conforme a las normativas eléctricas vigentes, además de coordinar con personal especializado para la instalación y configuración del sistema LED.
- Evitar interrupciones en las actividades académicas planificando los trabajos en horarios adecuados.
- Capacitar al personal del instituto sobre el uso adecuado del sistema de iluminación, especialmente en la gestión del control mediante dimmers e interruptores, al mismo tiempo, fomentar una cultura de ahorro energético entre docentes y estudiantes para maximizar la eficiencia del sistema.
- Establecer normas internas para el uso adecuado de la iluminación en cada área.
- Implementar un plan de mantenimiento regular, ya sea preventivo o correctivo para garantizar el buen estado de las luminarias y los sistemas de control.
- Llevar un registro del consumo energético para evaluar el impacto del nuevo sistema y detectar posibles ajustes necesarios.
- Considerar futuras mejoras tecnológicas que puedan optimizar aún más el consumo y la calidad de la iluminación.

Referencias

- Metodología de la Investigación en Ciencias Sociales. (2015). Obtenido de https://educacionparatodalavida.files.wordpress.com/2015/10/hipotesis_variables_e_indicadores.pdf
- E.U. Instalaciones S.L. ``Los detectores de presencia: comodidad y ahorro al mismo tiempo. Disponible en: <http://www.euinstalaciones.es/los-detectores-de-presencia-comodidad-y-ahorro-al-mismo-tiempo/>
- Communications. (2021a, febrero 10). *¿Qué es la eficiencia energética y cómo se calcula?* BBVA. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-eficiencia-energetica-y-como-se-calcula/>
- Vivendia. (2022, julio 25). *Importancia de la eficiencia energética en edificios*. PRIMER GRUPO Vivendia. <https://www.inmobiliariapaterna.com/eficiencia-energetica-edificios/>
- Wikipedia contributors. (s/f-a). *Lámpara halógena*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=L%C3%A1mpara_hal%C3%B3gena&oldid=154437769
- Wikipedia contributors. (s/f-b). *Lámpara incandescente*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=L%C3%A1mpara_incandescente&oldid=158508787
- Wikipedia contributors. (s/f-c). *Luminaria fluorescente*. Wikipedia, The Free Encyclopedia.

[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Luminaria fluorescente&oldid=158032319](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Luminaria_fluorescente&oldid=158032319)

- *Fundamentos básicos de iluminación.* (2016, abril 14). SERCORARQ.
<https://sercorarq.jimdofree.com/2016/04/14/fundamentos-b%C3%A1sicos-de-iluminaci%C3%B3n/>
- Iluminación inteligente: qué es y cuáles son sus posibilidades. (s/f). Recuperado el 17 de abril de 2024, de Iluminación inteligente: qué es y cuáles son sus posibilidades | SIMON website:
<https://www.simonelectric.com/blog/iluminacion-inteligente-que-es-y-cuales-son-sus-posibilidades>
- Vivendia. (2022, julio 25). Importancia de la eficiencia energética en edificios. Recuperado el 17 de abril de 2024, de PRIMER GRUPO Vivendia website:
<https://www.inmobiliariapaterna.com/eficiencia-energetica-edificios/>
- Sistemas de control de iluminación: edificios sostenibles y alumbrado inteligente. (s/f). Recuperado el 17 de abril de 2024, de Sistemas de control de iluminación: edificios sostenibles y alumbrado inteligente | SIMON website:
<https://www.simonelectric.com/blog/sistemas-de-control-de-iluminacion-edificios-sostenibles-y-alumbrado-inteligente>
- Kreon. (s/f). *Iluminación inteligente: ¿qué es y qué ventajas tiene?* Kreon.com. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de
<https://blog.kreon.com/es/iluminaci%C3%B3n-inteligente-ventajas>
- LUMINARIA 202 ZIP TLED 48 2X18W 6.5K S/RF SYLVANIA. (s/f). Com.ni. Recuperado el 17 de febrero de 2025, de
<https://www.sinsa.com.ni/interior/luminaria-202-zip-tled-48-2x18w-65k-s-rf->

[sylvania/producto/144518183_144518183?srsltid=AfmBOorkMUJ_9C49ho_wAgVsbmfjLMUd2Icbpq9JlB1UL-Ao46rsvzQ8](https://sylvania.com/producto/144518183_144518183?srsltid=AfmBOorkMUJ_9C49ho_wAgVsbmfjLMUd2Icbpq9JlB1UL-Ao46rsvzQ8)

- (S/f). Sylvania.com. Recuperado el 17 de febrero de 2025, de <https://sylvania.com/wp-content/uploads/2022/06/catalogo-sylvania-2022-2.pdf>
- (S/f-b). Cdn-website.com. Recuperado el 17 de febrero de 2025, de <https://irp.cdn-website.com/ec76dcaa/files/uploaded/Cat%C3%A1logo%20Sylvania%202023.pdf>
- SINSA. (s/f). Com.ni. Recuperado el 17 de febrero de 2025, de <https://www.sinsa.com.ni/>
- *NORMA TÉCNICA OBLIGATORIA NICARAGUENSE. EFICIENCIA ENERGÉTICA. LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS AUTOBALASTRADAS. REQUISITOS DE EFICIENCIA.* (s/f). Gob.ni. Recuperado el 1 de abril de 2025, de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/57D693FA1Fo8E6D2062576B1006EAF30?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/57D693FA1Fo8E6D2062576B1006EAF30?OpenDocument)
- ? *Sylvania Costa Rica.* (2021, julio 7). Sylvania Costa Rica | Soluciones en luces LED; Feilo Sylvania Costa Rica. <https://sylvaniacostarica.com/certificaciones/>
- *Sunlite 03634-SU LU250/MOG - Bombilla de sodio de alta presión de 250 W, base Mogul (E39), código ANSI S50, 28000 lúmenes, 24000 horas de vida, transparente, 2100K.* (s/f).

- Compilación de ley y normativas en materia de higiene y seguridad del trabajo, 1993-2008, ministerio del trabajo.
- (S/f). Com.ec. Recuperado el 27 de mayo de 2025, de <https://sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2021/01/Manual-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-Sylvania.pdf>
- De techo, C. en E. un C. de U. en el Á. o. L. en E. el C. E. C. P. 3. C. las C. S. C., & del suelo., C. del L. y C. (s/f). *Método Cavidad zonal*. Wordpress.com.
Recuperado el 27 de mayo de 2025, de <https://clasesiluminacion.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/06/clases-iluminacion-metodo-cavidad-zonal.pdf>
-

Anexos

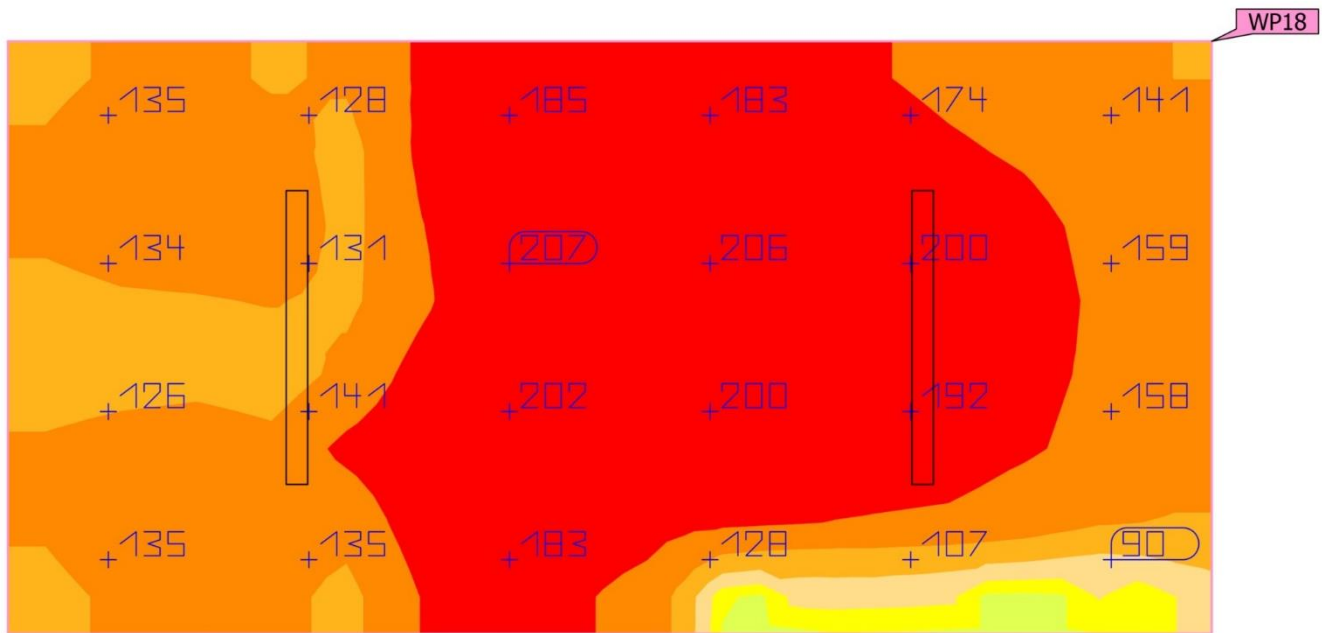
1. Cálculo de cavidad zonal para nivel de iluminación y cantidad de luminarias en Baños ITOCH.

NOMBRE DEL LOCAL: BAÑOS					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	3.5	Plafón	80%		
Ancho	6.3	Muro	50%		
Area	22.1	Piso	20%		
Altura Techo	5	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	5	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relacion Local	11.13	Relacion	0	Relacion del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA 202 Zip Tubo LED	2	1600	0.5	0.90	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	150		Nivel Resultante	130.53	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			0.9		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			11.13		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			0.00		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
2.30	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) =$				2
2					
$E_e = (N \cdot e \cdot L \cdot \Phi \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) / S =$					130.534102
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-14.91%

- Mapa del nivel de iluminación en baños.

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Local 19 (Escena de luz 1)

Baños ITOCH



Mapa del nivel de iluminación en baños.

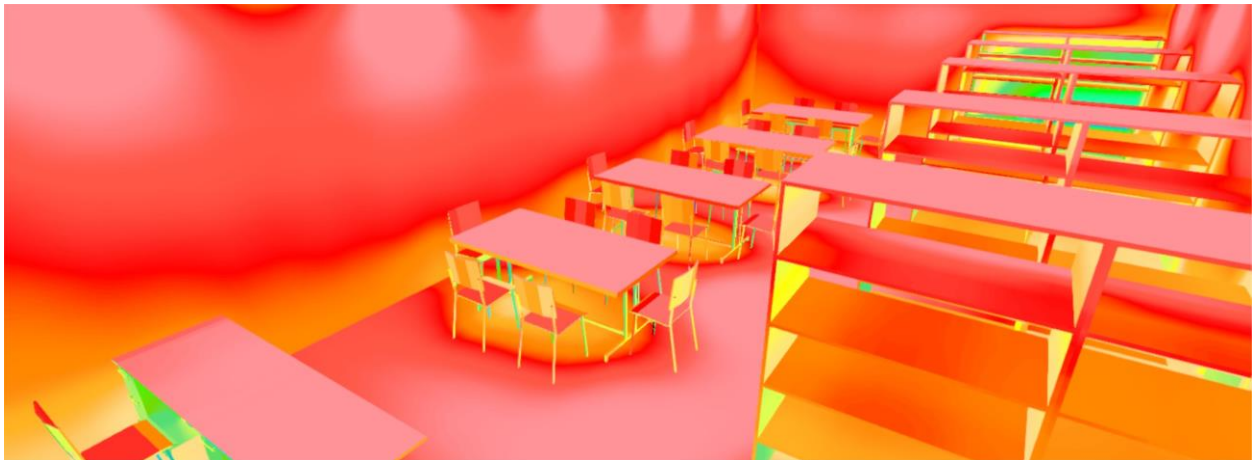
- Cálculo de cavidad zonal para nivel de iluminación y cantidad de luminarias en biblioteca.

NOMBRE DEL LOCAL: BIBLIOTECA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	6.6	Plafón	80%		
Ancho	12.6	Muro	50%		
Area	83.6	Piso	20%		
Altura Techo	4.1	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	4.1	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0.8
Relacion Local	4.72	Relacion	0	Relacion del Piso	0.92
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA 202 Zip Tubo LED	2	1600	0.9	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	300	Nivel Resultante	310.01		
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio	0.8				
Ambiente Sucio	0.6				
Factor de pérdidas totales	1				
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)	4.72				
RCT (TECHO)	0.00				
RCS (PISO)	0.92				
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
8.71	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot xF \cdot P \cdot T) =$				9
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot xF \cdot P \cdot T) / S =$					310.0085396
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					3.23%

- **Vista general #1 del nivel de iluminación en biblioteca.**



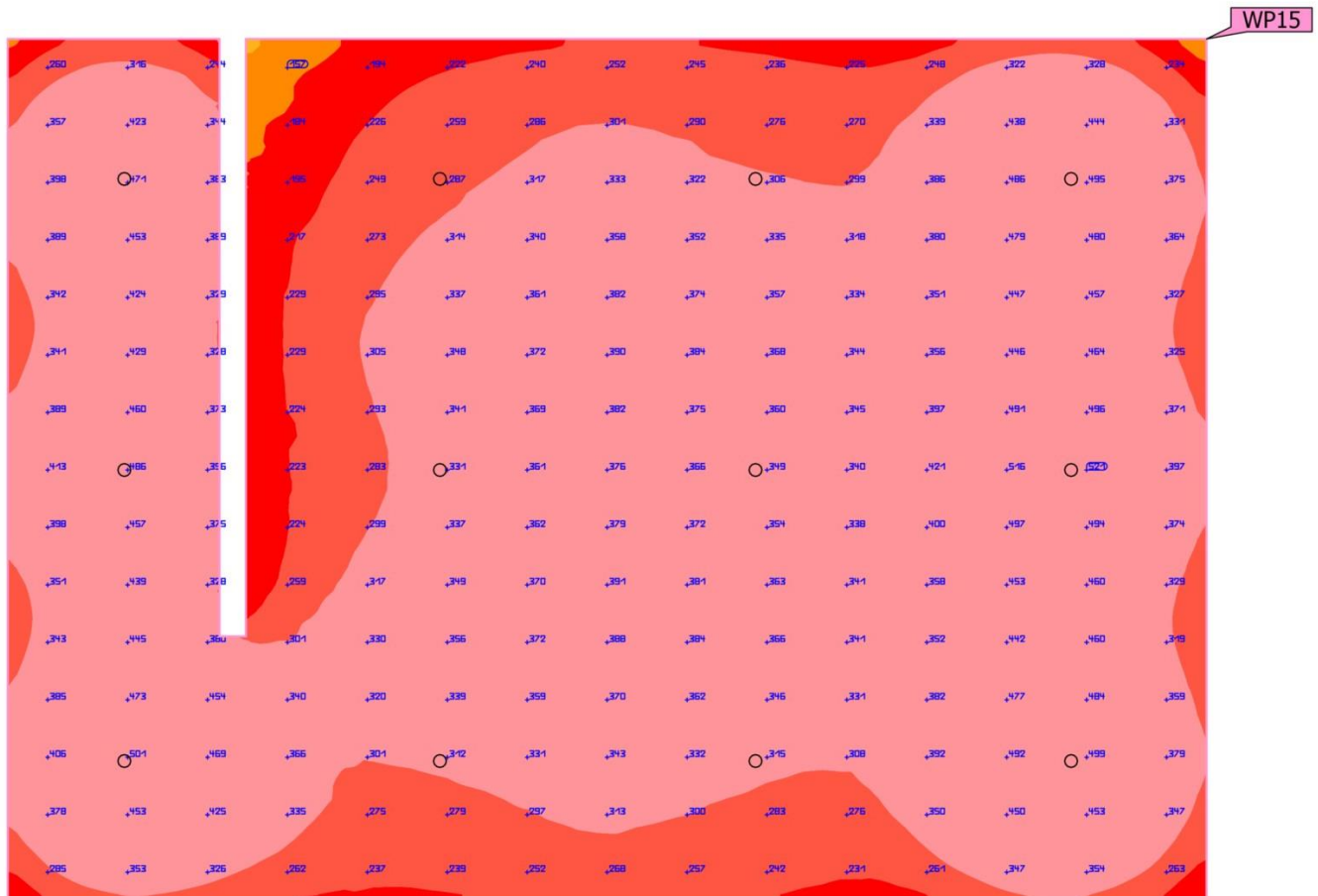
- **Vista general #2 del nivel de iluminación en biblioteca.**



- Cálculo de cavidad zonal para nivel de iluminación y cantidad de luminarias en auditorio.

NOMBRE DEL LOCAL: AUDITORIO					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros		Superficie de Reflexion	%	
Longitud	21.8		Plafón	80%	
Ancho	15.7		Muro	50%	
Area	342.9		Piso	20%	
Altura Techo	7		Altura de Montaje	0	
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	7	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relación Local	3.83	Relación	0	Relación del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA HIGH BAY GC015	1	18900	0.7	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	800		Nivel Resultante	771.76	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			1		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			3.83		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			0.00		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
20.73	N = (Er*S)/(ΦxLxC.U.xF.P.T) =				20
2					
Ee = (NexLxΦxC.UxF.P.T)/S =					771.7588752
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-3.66%

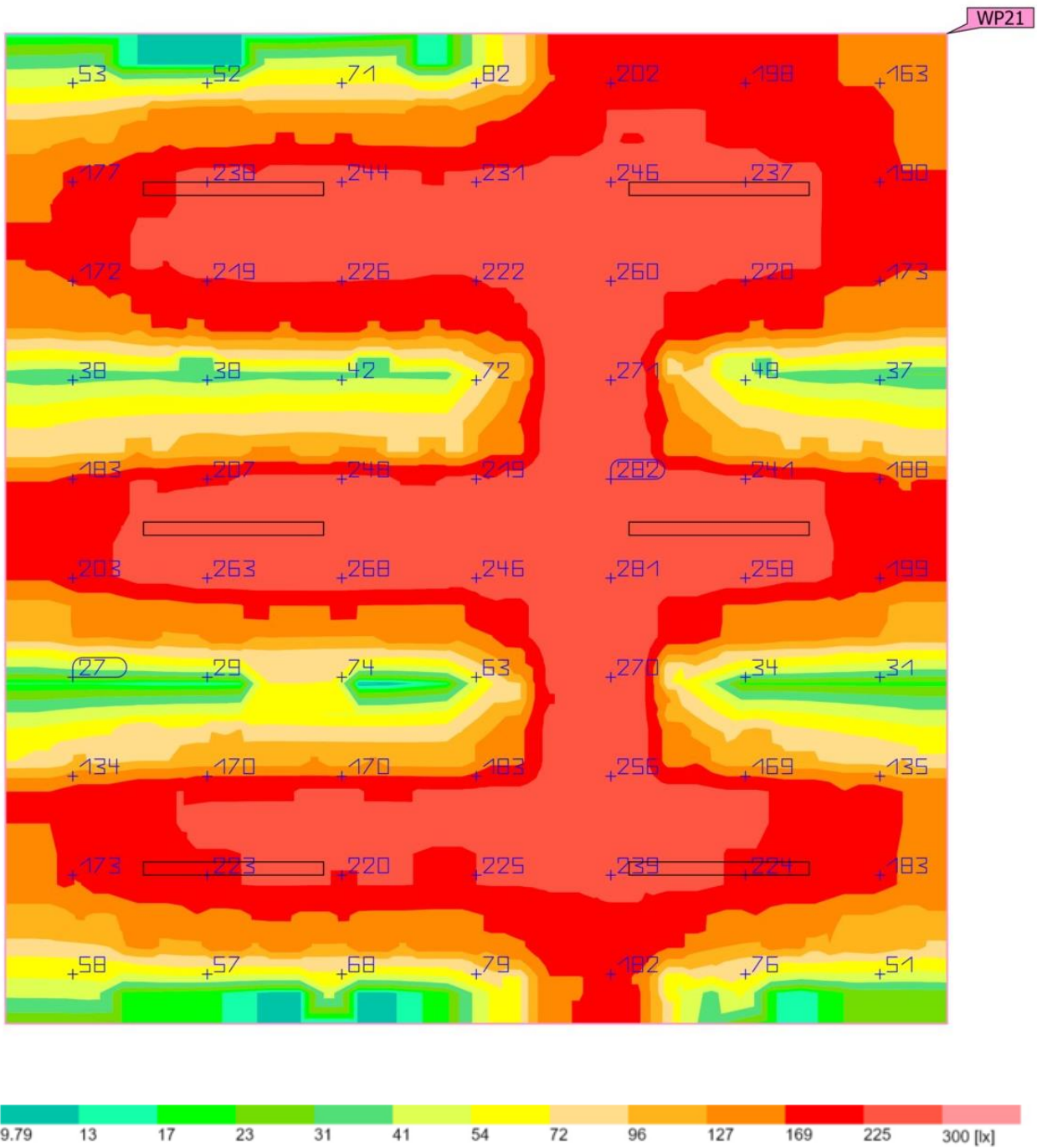
- Mapa del nivel de iluminación en auditorio.



- Cálculo de cavidad zonal para nivel de iluminación y cantidad de luminarias en Bodega #1.

NOMBRE DEL LOCAL: BODEGA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	6.7	Plafón	80%		
Ancho	6.9	Muro	50%		
Area	46.0	Piso	20%		
Altura Techo	4.1	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	4.1	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relación Local	6.05	Relación	0	Relación del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA 202 Zip Tubo LED	2	1600	0.6	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	250		Nivel Resultante	250.69	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			1		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			6.05		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			0.00		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
5.98	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x F \cdot P \cdot T) =$				6
2					
$E_e = (N \cdot e \cdot L \cdot \Phi \cdot C \cdot U \cdot x F \cdot P \cdot T) / S =$					250.6854681
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					0.27%

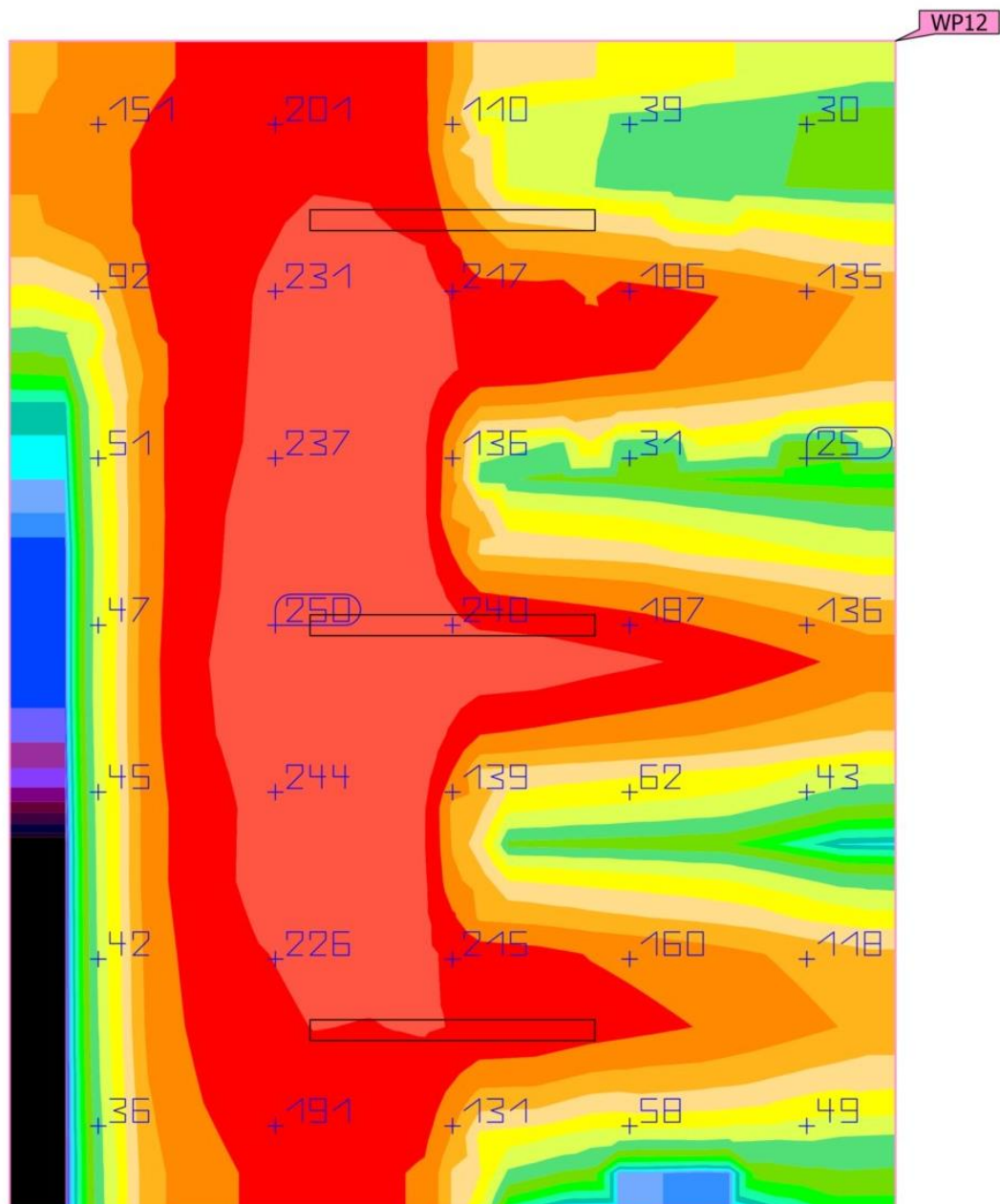
- Mapa del nivel de iluminación en bodega #1.



- Cálculo de cavidad zonal para nivel de iluminación y cantidad de luminarias en bodega #2.

NOMBRE DEL LOCAL: BODEGA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	4.0	Plafón	80%		
Ancho	5.2	Muro	50%		
Area	20.8	Piso	20%		
Altura Techo	4.5	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	4.5	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relacion Local	9.95	Relacion	0	Relacion del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coefficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA 202 Zip Tubo LED	2	1600	0.6	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	250	Nivel Resultante	276.92		
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio	0.8				
Ambiente Sucio	0.6				
Factor de pérdidas totales	1				
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)	9.95				
RCT (TECHO)	0.00				
RCS (PISO)	0.00				
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
2.71	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) =$				3
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) / S =$					276.9230769
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					9.72%

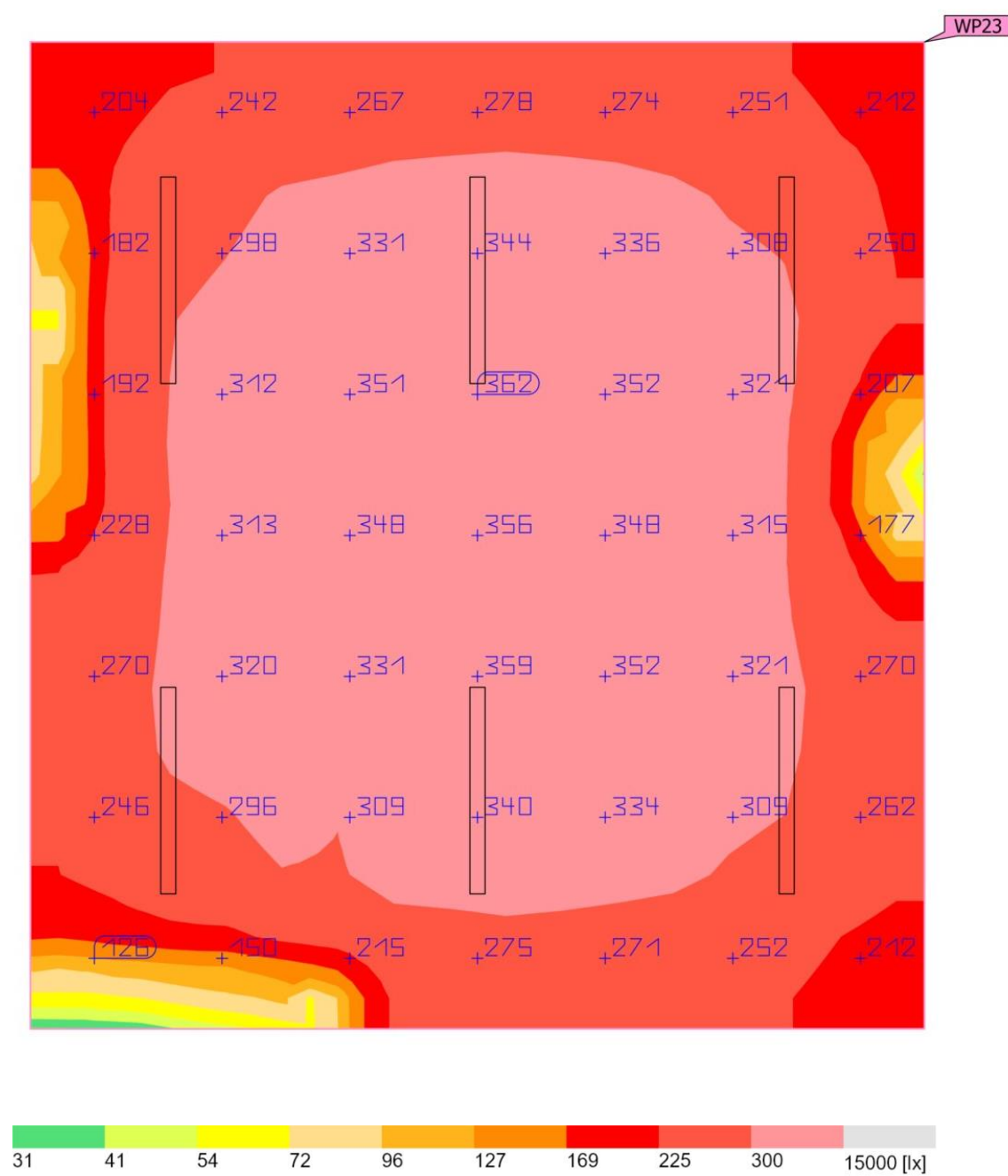
- Mapa del nivel de iluminación en bodega #2.



- Cálculo de cavidad zonal para nivel de iluminación y cantidad de luminarias en dirección y secretaria.

NOMBRE DEL LOCAL: DIRECCIÓN Y SECRETARIA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros		Superficie de Reflexion	%	
Longitud	5.5		Plafón	80%	
Ancho	6.0		Muro	50%	
Area	33.0		Piso	20%	
Altura Techo	3.9		Altura de Montaje	0.8	
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	3.9	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0.8
Relación Local	6.80	Relación	0	Relación del Piso	1.39
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA 202 Zip Tubo LED	2	1600	1	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	400		Nivel Resultante	387.88	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			1		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			6.80		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			1.39		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
4.13	N = (Er*S)/(ΦxLxC.U.xF.P.T) =				4
2					
Ee = (NexLxΦxC.UxF.P.T)/S =					387.8787879
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-3.13%

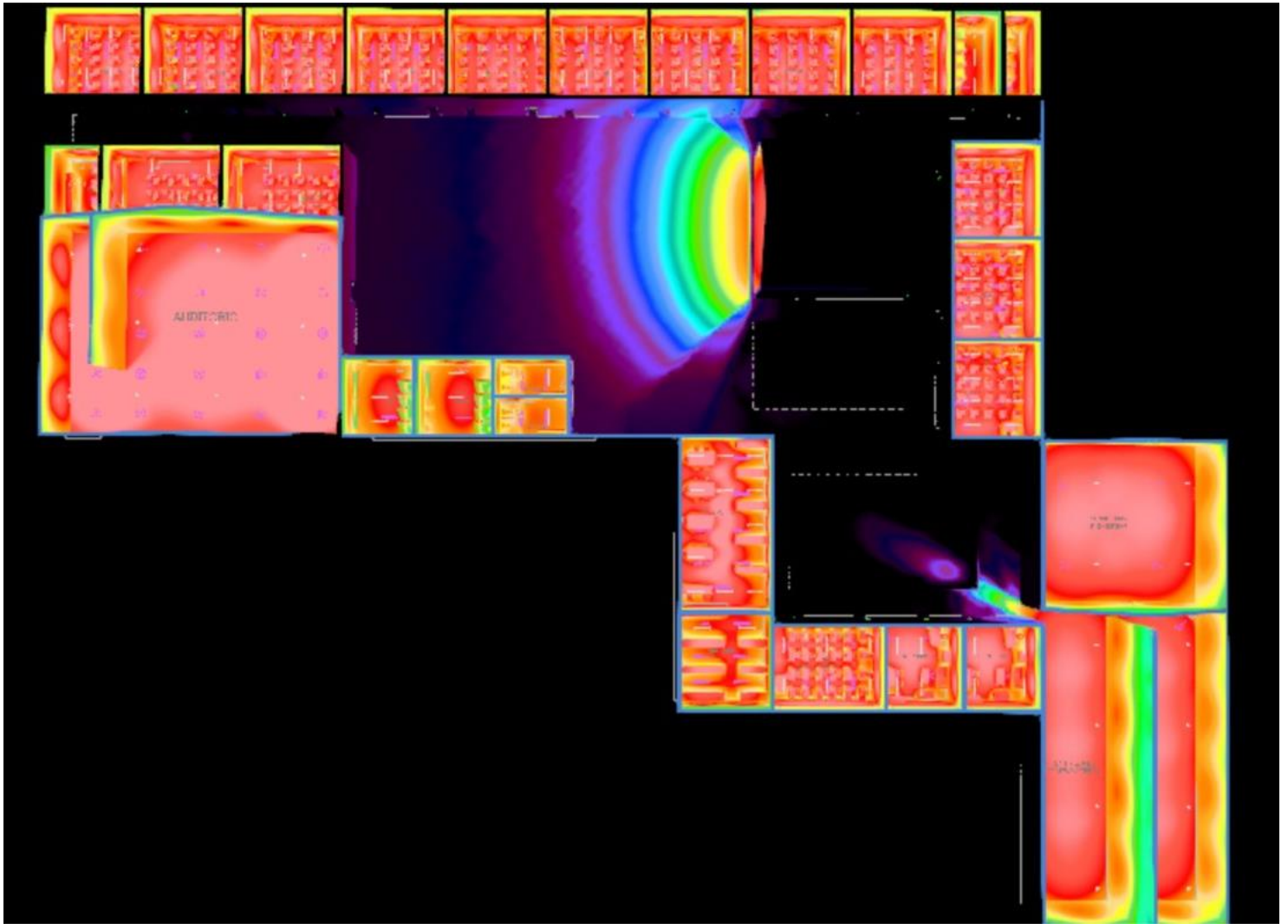
- Mapa del nivel de iluminación en dirección y secretaria.



- Cálculo de cavidad zonal para nivel de iluminación y cantidad de luminarias en tarima.

NOMBRE DEL LOCAL: TARIMA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	11.6	Plafón	80%		
Ancho	10.5	Muro	50%		
Area	121.4	Piso	20%		
Altura Techo	5	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	5	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relacion Local	4.54	Relacion	0	Relacion del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA HIGH BAY GC015	1	18900	0.6	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	600	Nivel Resultante	560.65		
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio	0.8				
Ambiente Sucio	0.6				
Factor de pérdidas totales	1				
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)	4.54				
RCT (TECHO)	0.00				
RCS (PISO)	0.00				
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
6.42	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) =$				6
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) / S =$					560.6534035
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-7.02%

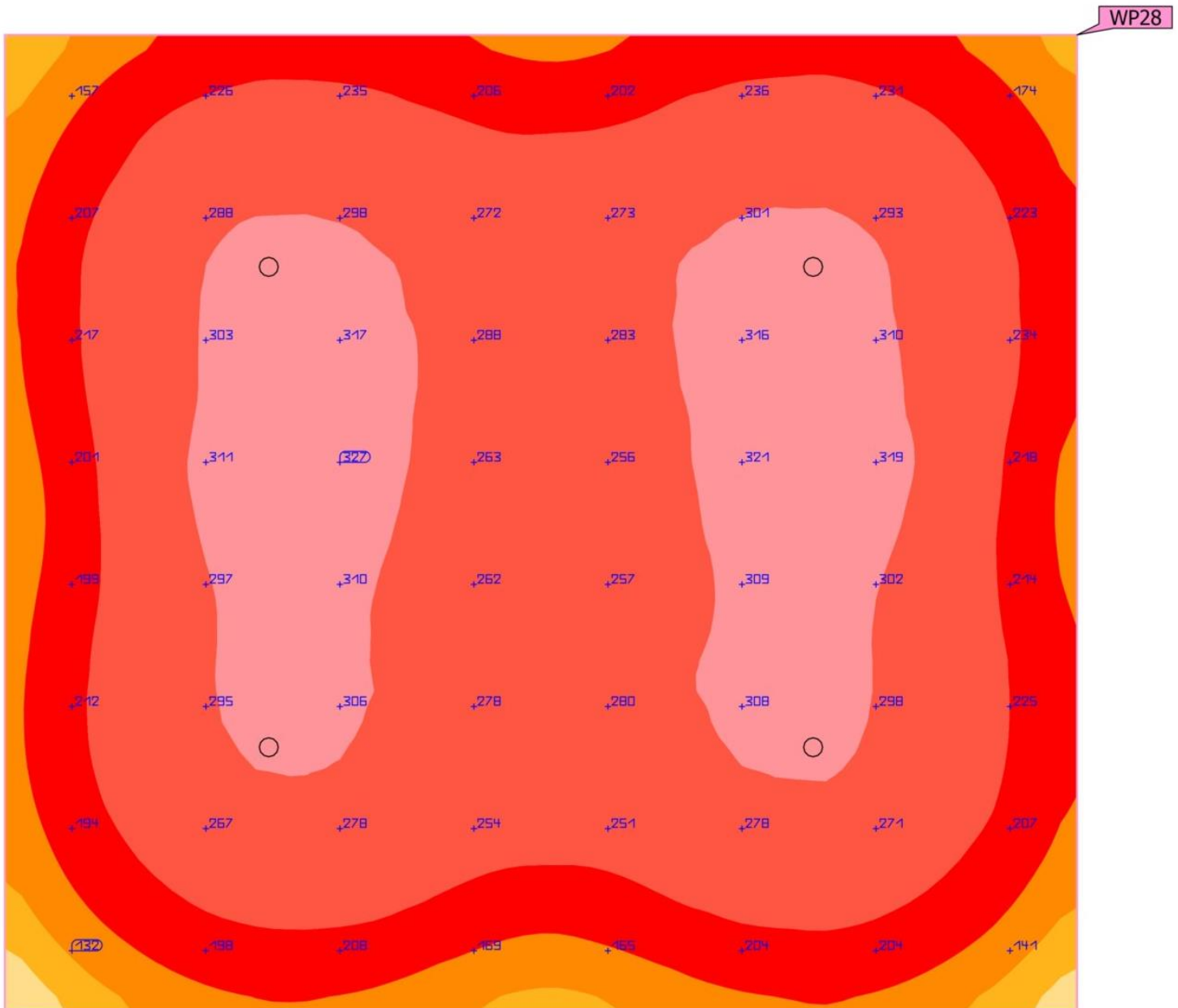
- Vista de planta general del instituto tomas Ocampo chavarria.



- Cálculo de cavidad zonal para nivel de iluminación y cantidad de luminarias en parqueo de bicicletas.

NOMBRE DEL LOCAL: Parqueo Bicicletas					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	13.2	Plafón	80%		
Ancho	12.1	Muro	50%		
Area	159.9	Piso	20%		
Altura Techo	4.5	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	4.5	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relación Local	3.56	Relación	0	Relación del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coefficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LUMINARIA HIGH BAY GC015	1	18900	0.6	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	250		Nivel Resultante	283.61	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			1		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			3.56		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			0.00		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
3.53	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x F \cdot P \cdot T) =$				4
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x F \cdot P \cdot T) / S =$					283.607771
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					11.85%

- Mapa del nivel de iluminación en parqueo de bicicletas.



- Niveles de iluminación por parte de Sylvania.

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACION (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MINIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DIA	BLANCO	BLANCO CALIDO
ASCENSORES						
Interior	300	500	700		-	-
Reilano	50	100	200		-	-
EDIFICIOS AGRÍCOLAS						
Garajes, cocheras: Alumbrado general	50	100	200	-	-	
Reparaciones	200	300	500	-	-	
Graneros, almacenes: general	50	150	300		-	
Gallineros, porquerizas y conejeros	50	150	300		-	
Preparación de los alimentos al ganado	100	200	400		-	
ENSEÑANZA						
Dibujo de arte, industrial y costura	500	700	1000		-	-
Gimnasios	150	300	500		-	-
Pizarras	300	500	700		-	-
Salas de clases y laboratorios	200	500	1000		-	-
Salas de conferencias	200	500	1000		-	-
Vestíbulos, habitaciones de paso	150	500	700		-	-
Vestuarios, tocadores, lavabos	50	100	250		-	-
GARAJES						
Parkings	100	150	300	-	-	
Reparaciones	200	300	500	-	-	
HABITACIONES						
Cuartos de baño: Alumbrado general	50	100	250		-	-
Espejos	200	500	1000		-	-
Cocinas	150	300	600		-	-
Cuartos de estar: Alumbrado general	70	200	400		-	-
Lectura	200	500	700		-	-
Cuartos de niños	70	200	400		-	-
Dormitorios: Alumbrado general	50	100	250		-	-
Camas	200	500	800		-	-
Escaleras	100	150	300		-	-
Trabajo de escolares en casa	300	500	750		-	-
HOSPITALES Y CLINICAS						
Camas	100	200	400		-	-
Habitaciones y salas: Alumbrado general	50	100	250		-	-
Alumbrado de noche	10			-	-	-
Sobre la cama, examen y lectura	300	500	750		-	-
Gabinetes dentales, sillón	700	2500	5000	-	-	-
Salas de espera	200	400	600		-	-
Laboratorios (Patología e información)	300	500	1000	-	-	-
Mesas de operación	3000	5000	8000	-	-	-
Quirófanos	300	500	1000	-	-	-
Salas de examen	300	500	1000	-	-	-
Salas de recepción y espera	200	400	600		-	-
CAFES Y RESTAURANTES						
Cocinas	200	400	700		-	-
Comedores y salones	100	300	600		-	-
Dormitorios: Alumbrado general	100	200	400		-	-
Camas	200	500	800		-	-
Recepción: Alumbrado general	100	200	400		-	-
Alumbrado localizado	300	500	750	-	-	-

- Cálculos de iluminación actual por método de cavidad zonal para el instituto.

NOMBRE DEL LOCAL: AULA 1-13					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	7.2	Plafón	80%		
Ancho	6.3	Muro	50%		
Area	45.8	Piso	20%		
Altura Techo	5.23	Altura de Montaje	0.7		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	5.23	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0.7
Relacion Local	7.75	Relacion	0	Relacion del Piso	1.04
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coefficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LAMPARA COMPACTA FLUORECENTE	1	330	1	0.90	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	500	Nivel Resultante	51.91		
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio	0.8				
Ambiente Sucio	0.6				
Factor de pérdidas totales	0.9				
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)		7.75			
RCT (TECHO)		0.00			
RCS (PISO)		1.04			
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
77.06	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) =$				8
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) / S =$					51.90628905
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-863.27%
		CASILLA PARA INGRESAR DATOS			
		CASILLA DE DATOS A SELECCIONAR			

NOMBRE DEL LOCAL: BAÑOS					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	3.5	Plafón	80%		
Ancho	6.3	Muro	50%		
Area	22.1	Piso	20%		
Altura Techo	5	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	5	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relacion Local	11.13	Relacion	0	Relacion del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coefficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LAMPARA COMPACTA FLUORECENTE	1	330	0.5	0.90	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	150	Nivel Resultante	13.46		
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio		0.8			
Ambiente Sucio		0.6			
Factor de pérdidas totales		0.9			
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)		11.13			
RCT (TECHO)		0.00			
RCS (PISO)		0.00			
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
22.29	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot xF \cdot P \cdot T) =$				2
2					
$Ee = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot xF \cdot P \cdot T) / S =$					13.46132927
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-1014.30%

NOMBRE DEL LOCAL: BIBLIOTECA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	6.6	Plafón	80%		
Ancho	12.6	Muro	50%		
Area	83.6	Piso	20%		
Altura Techo	4.1	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	4.1	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0.8
Relacion Local	4.72	Relacion	0	Relacion del Piso	0.92
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coefficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LAMPARA COMPACTA FLUORECENTE	1	330	0.9	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	300	Nivel Resultante	31.97		
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio	0.8				
Ambiente Sucio	0.6				
Factor de pérdidas totales	1				
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)	4.72				
RCT (TECHO)	0.00				
RCS (PISO)	0.92				
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
84.46	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) =$				9
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) / S =$					31.96963064
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-838.39%

NOMBRE DEL LOCAL: AUDITORIO					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	21.8	Plafón	80%		
Ancho	15.7	Muro	50%		
Area	342.9	Piso	20%		
Altura Techo	7	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	7	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relacion Local	3.83	Relacion	0	Relacion del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
Lampara de vapor de sodio de alta presion estilo cobra	1	28000	0.7	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	800	Nivel Resultante	228.67		
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio	0.8				
Ambiente Sucio	0.6				
Factor de pérdidas totales	1				
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)	3.83				
RCT (TECHO)	0.00				
RCS (PISO)	0.00				
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
13.99	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) =$				4
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) / S =$					228.6692964
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-249.85%

NOMBRE DEL LOCAL: BODEGA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros		Superficie de Reflexion	%	
Longitud	6.7		Plafón	80%	
Ancho	6.9		Muro	50%	
Area	46.0		Piso	20%	
Altura Techo	4.1		Altura de Montaje	0	
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	4.1	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relacion Local	6.05	Relacion	0	Relacion del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LAMPARA COMPACTA FLUORECENTE	1	330	0.6	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	150		Nivel Resultante	25.85	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			1		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			6.05		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			0.00		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
34.81	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot xF \cdot P \cdot T) =$				6
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot xF \cdot P \cdot T) / S =$					25.8519389
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-480.23%

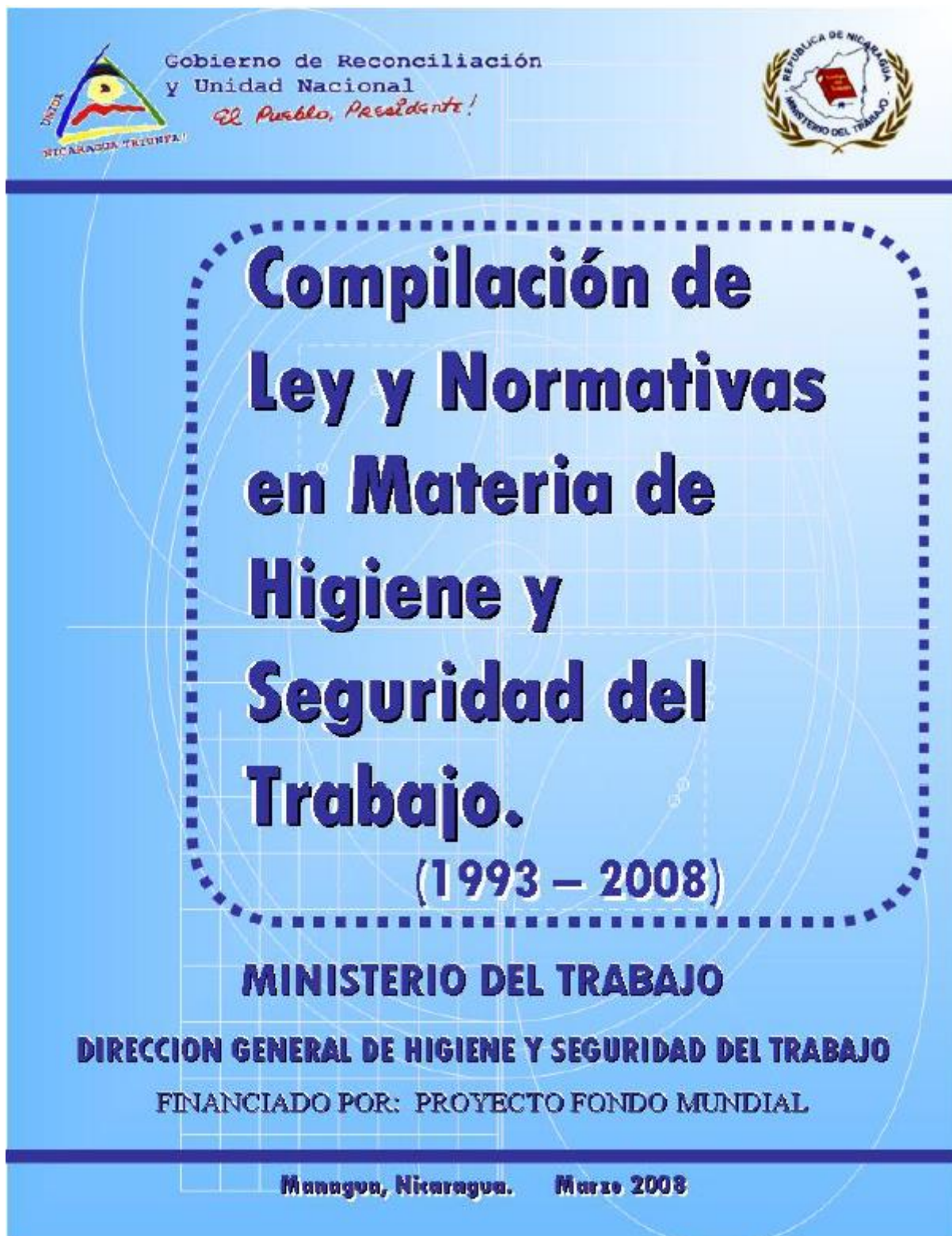
NOMBRE DEL LOCAL: BODEGA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	4.0	Plafón	80%		
Ancho	5.2	Muro	50%		
Area	20.8	Piso	20%		
Altura Techo	4.5	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	4.5	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relacion Local	9.95	Relacion	0	Relacion del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LAMPARA COMPACTA FLUORESCENTE	1	330	0.6	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	150	Nivel Resultante	19.04		
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio	0.8				
Ambiente Sucio	0.6				
Factor de pérdidas totales	1				
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)	9.95				
RCT (TECHO)	0.00				
RCS (PISO)	0.00				
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
15.76	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot xF \cdot P \cdot T) =$				2
2					
$Ee = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot xF \cdot P \cdot T) / S =$					19.03846154
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-687.88%

NOMBRE DEL LOCAL: DIRECCIÓN Y SECRETARIA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros		Superficie de Reflexion	%	
Longitud	5.5		Plafón	80%	
Ancho	6.0		Muro	50%	
Area	33.0		Piso	20%	
Altura Techo	3.9		Altura de Montaje	0.8	
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	3.9	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0.8
Relacion Local	6.80	Relacion	0	Relacion del Piso	1.39
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LAMPARA COMPACTA FLUORESCENTE	1	330	1	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	400		Nivel Resultante	20.00	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			1		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			6.80		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			1.39		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
40.00	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) =$				2
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) / S =$					20
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-1900.00%

NOMBRE DEL LOCAL: TARIMA					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros	Superficie de Reflexion	%		
Longitud	11.6	Plafón	80%		
Ancho	10.5	Muro	50%		
Area	121.4	Piso	20%		
Altura Techo	5	Altura de Montaje	0		
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	5	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relacion Local	4.54	Relacion	0	Relacion del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LAMPARA COMPACTA FLUORESCENTE	1	330	0.6	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	500	Nivel Resultante	9.79		
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio	0.8				
Ambiente Sucio	0.6				
Factor de pérdidas totales	1				
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)	4.54				
RCT (TECHO)	0.00				
RCS (PISO)	0.00				
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
306.46	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) =$				6
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) / S =$					9.78918641
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-5007.68%

NOMBRE DEL LOCAL: Parqueo Bicicletas					
A. DATOS DEL LOCAL					
Dimensiones	Metros		Superficie de Reflexion	%	
Longitud	13.2		Plafón	80%	
Ancho	12.1		Muro	50%	
Area	159.9		Piso	20%	
Altura Techo	4.5		Altura de Montaje	0	
B. DATOS DE LA CAVIDAD					
Cavidad del local		Cavidad del plafón		Cavidad del Piso	
Altura del local	4.5	Altura	0	Altura del plano de trabajo	0
Relacion Local	3.56	Relacion	0	Relacion del Piso	0.00
Reflectancia Efectiva	50%	Reflectancia Efectiva	80%	Reflectancia Efectiva	20%
C. DATOS DE LA LUMINARIA					
Marca/Catalogo/Tipo	Lamparas por Unidad	Lúmenes por Lámpara	Coeficiente de Utilización (CU)	Factores de Pérdidas Totales (FPT)	
LAMPARA COMPACTA FLUORECENTE	1	330	0.6	1.00	
D. NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)					
Nivel Requerido (Er)	100		Nivel Resultante	4.95	
E. FACTOR DE PERDIDAS TOTALES					
Ambiente limpio			0.8		
Ambiente Sucio			0.6		
Factor de pérdidas totales			1		
F. CALCULO DE RELACIONES DE CAVIDAD					
RCL (LOCAL)			3.56		
RCT (TECHO)			0.00		
RCS (PISO)			0.00		
G. CALCULO DE NUMERO DE LUMINARIAS					
80.78	$N = (Er \cdot S) / (\Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) =$				4
2					
$E_e = (N \cdot \Phi \cdot L \cdot C \cdot U \cdot x \cdot F \cdot P \cdot T) / S =$					4.951881715
PORCENTAJE DE VARIACION DE Er y Ee					-1919.43%

- Documentación MITRAB



- Factura de consumo energético mensual del instituto tomas Ocampo Chavarría.

DISNORTE DISSUR Distribuidora de Electricidad del Norte, S.A J0310000004340 37759

CLIENTE: **OCAMPO CHAVARRIA INSTITUTO TOM**

LA PAZ CENTRO, RAUL VILCHEZ (LA PAZ CENT, RAUL VILCHEZ (LA PAZ CENT 5809, 0 , INSTITUTO CANCHA 1M AL ESTE LN DISTR. En mano RAUL VILCHEZ (LA PAZ CENT, RAUL VILCHEZ (LA PAZ CENT 5809 34 PB CRUZ ROJA MSLE

ENTREGADO
12/08/2024

NIS: 2232507
CIRCUITO: LPC3020
MEDIDOR: 11108070IT
FACTURA NO.: F232024081029956
ORDEN DE LECTURA: 2310.22.0235.0176

Oficina Comercial	Referencia de cobro	Días Facturados	Mes de la Factura	Consumo	Fecha de Emisión	Fecha de Vencimiento
LA PAZ CENTRO	2232507310	30	AGOSTO	REAL	07/08/2024	27/08/2024

Tipo de consumo	No. de Medidor	Lectura Anterior	Lectura Actual	Multip.	Consumo (kWh)	Detalle de Facturación	Importe en C\$
Activa kWh BT	11108070IT	18093	19161	1	1068	Energia (kWh) Alumbrado Publico Comercializacion Regulacion INE IVA	9,315.95 881.74 171.54 103.69 1,570.94

Periodo de Consumo: 08/07/2024-07/08/2024

Tarifa: T1 BT GRAL.MENOR MONOMF

Factor de Potencia: 0.00

kW Contratados: 1

Información Complementaria

Energia (kWh)	C\$/kWh	Importe
854	8.72280	7,449.27
214	8.72280	1,866.68
1068		9,315.95

220824

CANCELADO

MARGARITA GARRIDO 2340-12
CONTRATISTA
CENTRO DE ATENCIÓN AL CLIENTE LA PAZ CENTRO
DISTRITO OCCIDENTE
MYUREL DE LOS ANGELES CASTILLO REYES AGENTE DE CENTRO DE ATENCIÓN
CED: 284-070087-06.000
FIRMA
FECHA
EMPRESA COABORADORA DE DISNORTE S.A.

DISNORTE DISSUR

Detalle de Deuda

90 o más días	C\$	0.00
60 días	C\$	0.00
30 días	C\$	0.00
Arreglo de Pago	C\$	0.00

Histórico de Consumo

Consumo medio últimos 12 meses	Kw máximo	Kwh/mes	C\$/día
0.00	1132	424.87	

Total Facturado	Cuota 0/0	Total a Pagar
C\$ 12,043.86	C\$ 0.00	C\$ 12,043.86

ATENCION AL CLIENTE 125

ESTA FACTURA SOLO TENDRÁ VALIDEZ CON LA AUTENTICIDAD DE LA OFICINA DE COBRO Y NO ACREDITA EL PAGO DE LAS ANTERIORES.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DIRECCION AREA DE CONOCIMIENTO INDUSTRIA Y PRODUCCION

Managua, 07 de marzo de 2025

Msc. Augusto Cesar Palacios Rodríguez
Director Área de Conocimiento Industria y Producción
En sus manos

Estimado Msc. Palacios:

Primeramente, le extiendo mis saludos fraternos deseándole éxito en sus funciones.

Por esta vía estoy solicitando la pre-defensa al trabajo monográfico titulado "*Estudio de eficiencia energética del sistema de iluminación del instituto Tomas Ocampo Chavarría mediante la implementación de tecnología led y control inteligente*" ejecutado por el bachiller Br. Jean Carlos Ruiz Velásquez, carnet #2018-0125U; para optar al título de Ingeniero Eléctrico y el cual soy el tutor nombrado para el tema.

También solicitamos la selección de su parte del jurado calificador para el desarrollado.

Espero la confirmación del día de la pre-defensa y anexo la documentación necesaria para la gestión solicitada.

Agradeciendo su atención, me despido

Msc Alejandro Hernández Solís
Profesor Horario.
Ingeniería Eléctrica
C/c archivo



Dirección de Área
de Conocimiento
Industria y Producción

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **AREA DE CONOCIMIENTO INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN** hace constar que:

RUIZ VELÁSQUEZ JEAN CARLOS

Carné: **2018-0125U** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA ELECTRICA**, en el año 2023 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los dieciocho días del mes de febrero del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,



Msc. Arlen Patricia Reyes
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA



Móvil: (505) 2251 8276



Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso,
Managua, Nicaragua.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 18-feb.-2025



www.uni.edu.ni



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
AREA DE CONOCIMIENTO INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
SECRETARIA ACADEMICA

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2025

No. Recibo		No. Inscripción 353				
NOMBRES Y APELLIDOS: Jean Carlos Ruiz Velásquez						
CARRERA: INGENIERÍA ELECTRICA		CARNET: 2018-0125U		TURNO:		
PLAN DE ESTUDIO: 2015		SEMESTRE: PRIMER SEMESTRE 2025		FECHA: 13/02/2025		
No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

USER_ONLINE

GRABADOR

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 18-feb.-2025



FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE



Área de Conocimiento de
Ingeniería y Afines

Managua, 12 de julio de 2024

Bachiller
Jean Carlos Ruiz Velásquez

Estimado Bachiller:

Es de mi agrado informarles que el **PROTOCOLO** de su tema monográfico, titulado **ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL INSTITUTO TOMAS OCAMPO CHAVARRÍA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA LED Y CONTROL INTELIGENTE**, para optar al título de Ingeniero Eléctrico, ha sido aprobado por esta Dirección.

Asimismo, les comunico estar totalmente de acuerdo, con el **MSc. Ing. Alejandro Hernández Solís**, como tutor.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento final, debidamente revisado por el tutor guía será el **13 de enero de 2025**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde
Director



Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

CC : **MSc. Ing. Alejandro Hernández Solís**

Archivo.

Jean Carlos Ruiz Velásquez
16-07-24

📞 Teléfono: (505) 2251 8276

📍 Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso.
Managua, Nicaragua.

✉️ luis.chavarria@fti.unl.edu.ni
www.unl.edu.ni

Managua, 28 de enero de 2025

Bachiller
Jean Carlos Ruiz Velásquez

Estimados Bres:

Por medio de la presente les comunico que esta Dirección autoriza **prorroga** por 3 (tres) meses (**13 de abril 2025**), para la entrega del trabajo monográfico "ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL INSTITUTO TOMAS OCAMPO CHAVARRÍA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA LED Y CONTROL INTELIGENTE", bajo la Tutoría **MSc. Ing. Alejandro Hernández Solís**.

Sin otro particular, me despido.

Fraternalmente,


MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde
Director
Área de Conocimiento Industria y Producción



Cc: **MSc. Ing. Marlon Efrén Suarez Dávila - Jefe Departamento Mecánica y Eléctrica**
Archivo.-

28-01-25



INSTITUTO PROFESOR TOMAS OCAMPO CHAVARRÍA

Dirección general

Por medio de la presente, yo, Evelio Jirón, en mi calidad de director del Instituto Tomás Ocampo Chavarría, hago constar que el joven, **Jean Carlos Ruiz**, ha contado con todos los permisos necesarios para llevar a cabo su investigación titulada:

"ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL INSTITUTO TOMÁS OCAMPO CHAVARRÍA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA LED Y CONTROL INTELIGENTE".

Durante el desarrollo de su investigación, tuvo acceso a las instalaciones, así como a la información requerida para la correcta realización de las inspecciones, mediciones y recolección de datos necesarios. Asimismo, se le brindó la colaboración y el apoyo del personal administrativo y docente, según lo solicitado.

Cabe mencionar que, en todo momento, el investigador actuó conforme a las normas establecidas por esta institución, manteniendo un comportamiento profesional y respetuoso. Por lo tanto, no existe ningún inconveniente ni objeción por parte de la dirección del Instituto en relación con los procedimientos y resultados obtenidos durante el desarrollo de su estudio.

Sin más que agregar, me despido.

Atentamente,

Director Evelio Jirón Jaime

Telf.: 86417638

La paz centro, León, 5 de marzo de 2025