

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Suroccidente  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
**EVALUACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LUMINARIAS EN EL CENTRO**  
**UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE -CUNSUROC-**

Por:

Omar Estuardo Cervantes Castañeda

Carné: 200340892

Mazatenango, Suchitepéquez, noviembre de 2,019.

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Suroccidente  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local



### **TRABAJO DE GRADUACIÓN**

## **EVALUACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LUMINARIAS EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE -CUNSUROC-**

Por:

Omar Estuardo Cervantes Castañeda

Carné: 200340892

ASESOR:

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

Presentado ante las autoridades del Centro Universitario de Suroccidente -CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a conferírsele el título que le acredita como Ingeniero en Gestión Ambiental Local en el grado académico de Licenciado.

Mazatenango, Suchitepéquez, noviembre de 2,019.

**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Suroccidente**

**Autoridades**

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| MSc. Murphy Olimpo Paiz Recinos       | Rector     |
| Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo | Secretario |

**Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario de Suroccidente**

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano | Director |
|----------------------------------|----------|

**Representantes docentes**

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| MSc. José Norberto Thomas Villatoro | Secretario |
| Dra. Mirna Nineth Hernández Palma   | Vocal      |

**Representante graduado del CUNSUROC**

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles | Vocal |
|-----------------------------------|-------|

**Representantes estudiantiles**

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel | Vocal |
| PEM y TAE. Rony Roderíco Alonzo Solís | Vocal |

## **COORDINACIÓN ACADÉMICA**

### **Coordinador Académico**

MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

### **Coordinador Carrera de Licenciatura en Administración de Empresas**

MSc. Rafael Armando Fonseca Ralda

### **Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social**

Lic. Edin Aníbal Ortiz Lara

### **Coordinador Carreras de Pedagogía**

Dr. René Humberto López Cotí

### **Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos**

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo

### **Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical**

MSc. Erick Alexander España Miranda

### **Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario**

MSc. José David Barillas Chang

### **Coordinadora Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local**

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes

### **Coordinador Área Social Humanista**

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

### **Carreras Plan Fin de Semana del CUNSUROC**

#### **Coordinadora Carreras de Pedagogía**

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez

### **Coordinadora Carrera de Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación**

MSc. Paola Marisol Rabanales

Mazatenango, Suchitepéquez, 23 de octubre de 2019

Señores  
Honorable Consejo Directivo  
Centro Universitario de Suroccidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetables señores:

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el Trabajo de Graduación titulado: Evaluación de la demanda energética de luminarias en el Centro Universitario de Suroccidente -CUNSUROC-"

Trabajo presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el trabajo de graduación merezca su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,



Omar Estuardo Cervantes Castañeda

Carné: 200340892

CUI: 1959 53827 1001

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Todo poderoso por darme la sabiduría y la inteligencia para permitirme culminar mi carrera.

### **A mis padres**

Erasmus Antonio Cervantes Quijada y Aura Marina Castañeda Calderón

Con amor y agradecimiento, y que mi triunfo sea una pequeña recompensa por su esfuerzo y apoyo para mi superación.

### **A mi hermana**

Yessenia Anelize Cervantes Castañeda

Con cariño por su apoyo.

### **A mis tíos y primos**

Con cariño y respeto por sus buenos deseos.

### **A mis amigos**

Por los buenos momentos compartidos.

### **Al Centro Universitario de Suroccidente**

En reconocimiento por mi formación académica.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi asesora MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes**

Por su ayuda y tiempo al orientarme en la realización de ésta investigación.

### **Al Ing. Celso González, Inga. Yvonnee Cárdenas, MSc. Eysen Enríquez, y demás catedráticos de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local**

Por el apoyo y enseñanza recibida.

### **Al Dr. Guillermo Tello, Lic. Hans Rivera, TAE. René Monroy, Edwin García y demás personal del Centro Universitario de Suroccidente**

Por su amable atención y servicio.

### **A la Universidad de San Carlos de Guatemala**

En reconocimiento por mi formación profesional para serle útil a la patria.

## Índice general

| Contenido  | Página |
|--|--------|
| RESUMEN.....   | vi     |
| ABSTRACT.....  | vii    |
| I. INTRODUCCIÓN .....  | 1      |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA.....  | 3      |
| 2.1 Marco referencial.....   | 3      |
| 2.2 Marco conceptual .....   | 7      |
| III. OBJETIVOS.....  | 17     |
| 3.1 Objetivo general .....   | 17     |
| 3.2 Objetivos específicos .....  | 17     |
| IV. RECURSOS Y METODOLOGÍA.....  | 18     |
| 4.1 Recursos .....   | 18     |
| 4.2 Metodología.....   | 19     |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....  | 28     |
| 6.1 Demanda del consumo energético actual .....                          | 28     |
| 6.2 Propuesta a la problemática estudiada .....                          | 41     |
| 6.3 Análisis económico de la propuesta a la problemática estudiada ..... | 49     |
| VI. CONCLUSIONES .....   | 54     |
| VII. RECOMENDACIONES .....   | 56     |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                    | 57     |
| IX. ANEXOS.....  | 59     |

## Índice de cuadros

| Cuadro  | Página |
|---|--------|
| 1. Recursos financieros de la evaluación de la eficiencia energética de la iluminación del CUNSUROC. ....                               | 19     |
| 2. Cuadro de Microsoft Excel para la información recopilada del inventario de luminarias y horarios de uso .....                        | 21     |
| 3. Criterios considerados para las luminarias propuestas .....  | 25     |
| 4. Características principales de las luminarias instaladas actualmente en el CUNSUROC. ....  | 28     |
| 5. Resumen del consumo energético por tipo y tecnología de luminarias instaladas actualmente por área en el CUNSUROC .....              | 29     |
| 6. Características principales de las luminarias propuestas para el CUNSUROC .....  | 42     |
| 7. Resumen del consumo energético por tipo y tecnología de luminarias propuestas por área del CUNSUROC .....                            | 44     |
| 8. Resumen del consumo energético actual versus el consumo energético de la propuesta .....   | 46     |
| 9. Inversión económica de la propuesta a la problemática estudiada .....  | 49     |
| 10. Evaluación del ahorro económico de la vida útil de luminarias.....  | 51     |
| 11. Resumen comparativo del costo económico teórico, demanda energética, huella de carbono de las luminarias actuales y propuestas..... | 53     |
| 12. Horario de uso del salón de usos múltiples Dra. Alba Ruth en los meses de enero a noviembre 2018 .....                              | 60     |
| 13. Horario de uso del salón de usos múltiples de proyecciones en los meses de enero a noviembre 2018 .....                             | 63     |
| 14. Total de horas de uso anual, mensual y diario de la iluminación en los salones de usos múltiples del CUNSUROC.....                  | 65     |
| 15. Consumo energético facturado de enero a diciembre 2018 .....  | 67     |
| 16. Inventario, características y consumo energético actual de luminarias del CUNSUROC .....  | 68     |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 17. | Medición de consumo energético versus consumo energético teórico, módulo I (plan diario) .....                             | 81 |
| 18. | Medición de consumo energético versus consumo energético teórico, módulo II (plan diario) .....                            | 82 |
| 19. | Medición de consumo energético versus consumo energético teórico, módulo I (plan sabatino) .....                           | 83 |
| 20. | Medición de consumo energético versus consumo energético teórico, módulo II (plan sabatino) .....                          | 84 |
| 21. | Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC ..... | 85 |

## Índice de figuras

| Figura | Página   |
|--------|--|
| 1.     | Mapa de ubicación geográfica del CUNSUROC. .... 4  |
| 2.     | Croquis del Centro Universitario de Suroccidente ..... 6   |
| 3.     | Flujograma de la realización de inventario de luminarias ..... 20  |
| 4.     | Durante la medición de amperaje en panel de circuitos eléctricos del nivel uno del módulo I del CUNSUROC ..... 22      |
| 5.     | Consumo energético anual (kW) actual de luminarias en el CUNSUROC..... 31  |
| 6.     | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel uno, módulo I (plan diario) ..... 32     |
| 7.     | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel dos, módulo I (plan diario) ..... 33     |
| 8.     | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel uno, módulo II (plan diario) ..... 34    |
| 9.     | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel dos, módulo II (plan diario) ..... 35    |
| 10.    | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel tres, módulo II (plan diario) ..... 36   |
| 11.    | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel uno, módulo I (plan sabatino) ..... 37   |
| 12.    | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel dos, módulo I (plan sabatino) ..... 38   |
| 13.    | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel uno, módulo II (plan sabatino) ..... 39  |
| 14.    | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel dos, módulo II (plan sabatino) ..... 40  |
| 15.    | Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel tres, módulo II (plan sabatino) ..... 41 |
| 16.    | Consumo energético anual (kW) de luminarias de la propuesta en el CUNSUROC..... 45                                     |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 17. | Consumo energético anual (kW) actual versus el consumo energético anual (kW) de la propuesta.....  | 47 |
| 18. | Durante la utilización de multímetro para medición de amperaje y voltaje en paneles de control eléctrico.....                                      | 66 |
| 19. | Consumo energético anual (kW) actual del módulo I y II .....   | 79 |
| 20. | Consumo energético anual (kW) actual de área administrativa, salón Dra. Alba Ruth Maldonado y parqueo de vehículos del CUNSUROC .....              | 79 |
| 21. | Consumo energético anual (kW) actual de módulo odontológico, cancha polideportiva y planta piloto.....   | 80 |
| 22. | Consumo energético anual (kW) actual de paso peatonal, parqueo de vehículos, parqueo de motos, parqueo de buses, paso vehicular y otras áreas..... | 80 |

## RESUMEN

El presente estudio, consistió en la evaluación de la demanda energética de las luminarias en el Centro Universitario de Suroccidente -CUNSUROC-, como parte del avance en el cumplimiento del plan estratégico de la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, emitida el 30 de julio de 2014. Para este fin, se realizó un inventario, así como, entrevistas sobre el horario de uso, mediciones con un multímetro del voltaje y amperaje para determinar el consumo energético.

Se determinó que el consumo energético del CUNSUROC en kilowatts al mes es de 7,438.03, por lo tanto 89,256.37 kilowatts al año; los cuales representan Q187,733.53 anuales, equivalentes a 95.50 toneladas de dióxido de carbono al año emitidas. Por último, la eficiencia energética mínima es de 42.28 lúmenes emitidos por watts consumidos.

Para la propuesta de luminarias eficientes energéticamente, se tomaron en cuenta los criterios del flujo lumínico, la eficiencia energética, horas de vida útil e impacto ambiental. La iluminación propuesta es de tecnología de diodos de emisión de luz -LED-, que no representan riesgo por no contener mercurio, un elemento tóxico. La propuesta representaría una eficiencia energética de 100 a 124 lúmenes emitidos por watts consumido, con horas de vida útil de 20,000 a 50,000; lo que permitiría comprar por lo menos, la mitad de luminarias al poseer mayor cantidad de horas de vida útil en comparación de tecnologías menos eficientes. Los consumos energéticos de la propuesta son de 5,655.38 kilowatts mensuales y 67,864.61 kilowatts anuales, con un ahorro energético de 21,391.76 kilowatts al año, un 23.97% menos. La inversión de la propuesta es de Q46,050.53, sin embargo, el ahorro económico debido al nuevo consumo energético anual al implementar la propuesta es de Q44,922.69, por ello, se determinó que la inversión se recuperaría en 12 meses y nueve días, lo que hace rentable implementar la propuesta. Además de ello, se reduciría la huella de carbono, dejando de emitir a la atmósfera 22.89 toneladas de carbono, un 23.97% menos.

## ABSTRACT

The present study is about the energy demand evaluation of the luminaries in Centro Universitario de Suroccidente -CUNSUROC-, as part of the compliance of the strategic plan of the Environmental Policy of Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, issued in July 30th, 2014. For this purpose, an inventory was made, as well as, interviews about hours of use, measurements of voltage and amperage with a multimeter to determine energy consumption.

It was determined that the energy consumption of CUNSUROC in kilowatts per month is 7,438.03, therefore 89,256.37 kilowatts per year; which represents Q187,733.53 annually, equivalent to 95.50 tons of carbon dioxide emitted per year. The minimum energy efficiency is 42.28 lumens emitted per watts consumed.

For the proposal, it was considered criteria of light flow, energy efficiency, hours of useful life and environmental impact. The proposed light is of light-emitting diode technology -LED-, that doesn't contain mercury, a toxic chemical element. The proposal would represent an energy efficiency of 100 to 124 lumens emitted per watts consumed, with lifetime of 20,000 to 50,000 hours; which allows to buy at least half of luminaires by having more lifetime compared to less efficient technologies. The energy consumption of the proposal is 5,655.38 kilowatts per month and 67,864.61 kilowatts per year, with an energy saving of 21,391.76 kilowatts per year, 23.97% less. The proposal investment is Q46,050.53, however, economic saving due to new annual energy consumption when implementing the proposal is Q44,922.69, therefore, it was determined that investment would be recovered in 12 months and nine days, what makes it profitable to implement the proposal. In addition to that, carbon footprint would be reduced, stopping an emission to the atmosphere of 22.89 tons of carbon, 23.97% less.

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de la energía eléctrica es fundamental para el desarrollo de las actividades diarias, para satisfacer necesidades en el hogar y en el trabajo, para el funcionamiento de dispositivos de comunicación, en el funcionamiento de aparatos eléctricos y sirve para iluminar calles. En general, no se suele tomar conciencia de la facilidad que le da a la vida diaria la energía eléctrica, debido su accesibilidad actualmente, se utiliza desmedidamente, sin considerar la calidad de la tecnología y sus implicaciones ambientales y a la salud de los que tienen contacto con ella.

Actualmente, el Centro Universitario de Suroccidente, tiene instaladas 934 luminarias, lo que hace que el 81.85% del consumo de energía eléctrica provenga de la iluminación. Este consumo energético conlleva un impacto ambiental de 95.50 toneladas de dióxido de carbono anual; sumado a ello las luminarias fluorescentes y de alta presión de mercurio utilizadas, contienen esta sustancia tóxica que afecta la salud humana y contamina el medio ambiente en su disposición final.

Existe iluminación de alta eficiencia, que reduce el consumo energético hasta en un 50%, disminuyendo en el mismo porcentaje el gasto económico mensual a pagar, que además no posee como componente tóxico el mercurio y ofrecen mayor cantidad de horas de vida.

La presente investigación se titula “Evaluación de la demanda energética de las luminarias en el Centro Universitario de Suroccidente -CUNSUROC-” y responde a uno de los problemas encontrados en el desarrollo del diagnóstico ambiental del CUNSUROC, como es el consumo energético de las luminarias instaladas. Además del hecho, que se debe cumplir con los planes estratégicos de la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, con el proyecto de evaluación de la eficiencia energética, emitida el 30 de julio de 2014.

Los objetivos específicos de la investigación inferencial fueron: determinar la demanda actual de consumo energético de las luminarias; analizar el consumo energético por tipo de luminaria instalada y presentar una propuesta de luminarias de eficiencia energética.

Para ello, se realizó un inventario del número y características de las luminarias, seguido de entrevistas sobre el horario de su uso y mediciones con un multímetro, para determinar la demanda de consumo energético actual.

Para analizar el consumo energético por luminaria, se graficaron los resultados del consumo energético por tipo de luminaria y ubicación; se determinó el costo económico de la demanda energética, se realizaron cálculos de eficiencia energética y de la huella de carbono.

Para mejorar la eficiencia en el consumo, se consideraron los criterios de flujo lumínico, eficiencia energética, horas de vida útil e impacto ambiental. La propuesta tiene un consumo energético de 5,655.38 kilowatts mensuales y 67,864.61 kilowatts anuales, obteniendo un ahorro energético de 21,391.76 kilowatts al año, 23.97% menos. El costo de la propuesta es de Q46,050.53, y el beneficio económico es de Q44,922.69, con ello se recuperaría la inversión en 12 meses y nueve días, haciendo rentable su implementación. La propuesta genera una huella de carbono de 72.62 toneladas de dióxido de carbono, 23.97% menos, dejándose de emitir a la atmósfera 22.89 toneladas.

Con la realización de la evaluación de la demanda energética de las luminarias del CUNSUROC, se avanzó con el cumplimiento del Plan Estratégico de las Políticas Ambientales de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Marco referencial

#### 2.1.1 Antecedentes

La Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con una Política Ambiental aprobada por el Consejo Superior Universitario el 30 de julio de 2014, punto sexto, inciso 6.2 del acta 13-2014. Esta política tiene en resumen como objetivos: Construir en la comunidad universitaria una cultura ambiental sostenible y garantizar su aplicación general en el desarrollo de las funciones básicas de investigación, docencia y extensión.

En el Plan Estratégico de la Política Ambiental de la USAC, establece un proyecto de evaluación periódica de la eficiencia energética, que todas las unidades académicas deben de desarrollar.

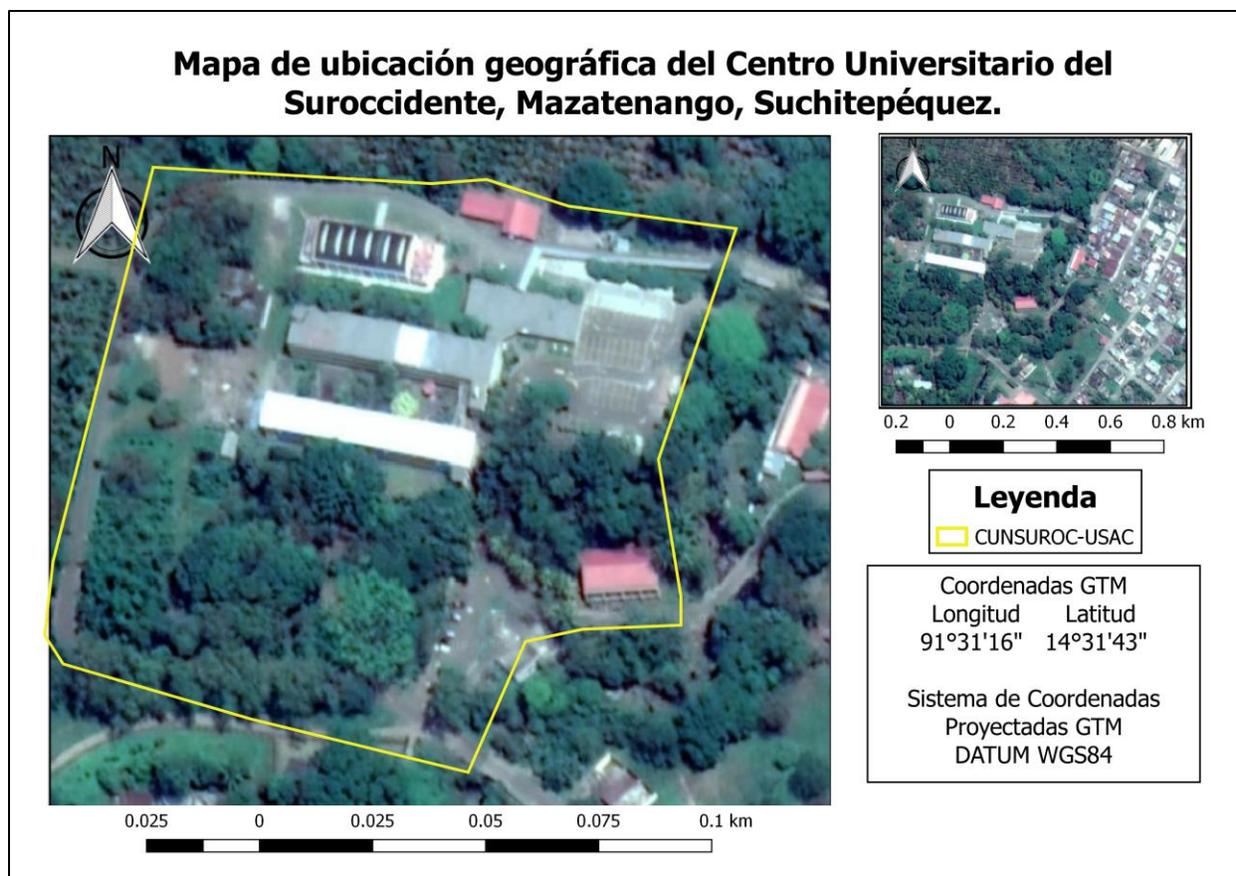
Según Barrientos (2017), el Centro Universitario de Suroccidente, cuenta con un inventario de luminarias del total de ellas del módulo I y módulo II, en él se menciona el número luminarias instaladas, siendo un total de 826 lámparas y 194 focos, así mismo que, la iluminación utilizada mayormente es de tecnología fluorescente (40 watts), de marca Philips, Sylvania y Luxlite.

En el 2018, el CUNSUROC, cambió la iluminación de aulas y oficinas del tercer nivel del módulo I, instalando lámparas de tecnología LED de 36 watts, retirando lámparas fluorescentes de 80 watts, lo que representa un ahorro de 44 watts por lámpara. (García E. , 2018)

El reemplazo de las luminarias se dio, debido al cambio de cableado en el tercer nivel, y por lo tanto el cambio de las luminarias existentes por luminarias de tecnología LED. (García E. , 2018)

#### 2.1.2 Información general

El Centro Universitario de Suroccidente se encuentra localizado en la ciudad de Mazatenango, del departamento de Suchitepéquez. Está ubicado a 2.2 kilómetros de la municipalidad de Mazatenango. Las coordenadas geográficas son 14°31'43" latitud norte y 91°31'16" longitud este. (Google Maps, 2018)



**Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del CUNSUROC.**

**Nota:** Elaborado con base a imágenes satelitales del sitio web <https://maps.google.com>.

El Centro Universitario de Suroccidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala - USAC-, es una institución pública educativa de carácter autónomo, que presta los servicios de docencia, investigación y extensión.

El horario de funcionamiento es:

- a. Docencia: lunes a viernes de 14:00 a 22:00 horas, sábados y domingos de 7:00 a 17:00 horas.
- b. Área administrativa: lunes a viernes de 14:00 a 21:00 horas.
- c. Biblioteca: lunes a viernes de 14:00 a 21:00; y sábados de 07:00 a 17:00 horas.

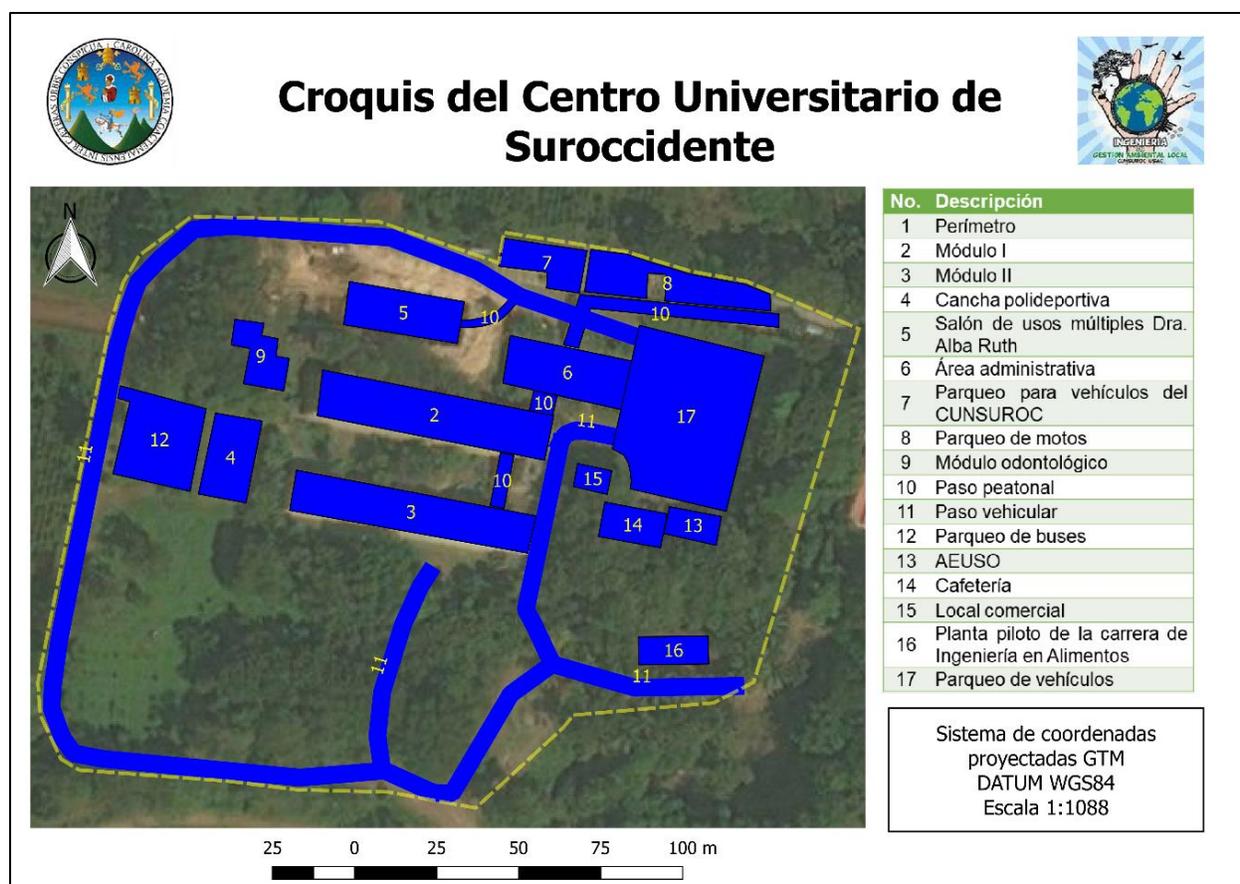
Según Tello (2018), hasta el mes de abril del año 2018 hay inscritos 3,352 estudiantes.

### **2.1.3 Recursos humanos y físicos**

#### **a. Físicos**

De acuerdo a Hernández (2018), el CUNSUROC cuenta con los siguientes recursos físicos:

- Dos módulos de estudio
- Módulo odontológico
- Salón de usos múltiples
- Planta piloto de la carrera de Ingeniería en Alimentos
- Edificio de área administrativa
- Cancha polideportiva
- Parqueos para vehículos del CUNSUROC
- Parqueo de buses y vehículos
- Área verde
- Paso vehicular y peatonal



**Figura 2. Croquis del Centro Universitario de Suroccidente**

**Nota:** Elaborado con base a ortofotos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- del año 2006.

El CUNSUROC cuenta con el siguiente recurso humano aproximado, según Rivera (2018):

- Docentes: 250 empleados
- Administrativos y de servicio: 45 empleados (20 en oficina, 9 en vigilancia, 6 en servicio y 10 en planilla)

#### 2.1.4 Fuentes de financiamiento del CUNSUROC

El Centro Universitario recibe recursos financieros de dos fuentes principalmente:

Una es la asignación privativa a través de la Dirección General Financiera de la Universidad de San Carlos de Guatemala, esto según la Constitución Política de la

República de Guatemala (1993), en la sección quinta “Universidades”, en el artículo 84.- Asignación presupuestaria para la Universidad de San Carlos de Guatemala, que establece que: corresponde a la Universidad de San Carlos de Guatemala una asignación privativa no menor del cinco por ciento del presupuesto general de ingresos ordinarios del Estado, debiéndose procurar un incremento presupuestal adecuado al aumento de su población estudiantil o al mejoramiento de nivel académico.

Otra fuente de financiamiento consiste en los ingresos por la prestación de servicios tales como: biblioteca, exámenes públicos y privados, escuela de vacaciones, Finca Zahorí y constancias de certificaciones en general. Además de donaciones que realizan personas altruistas. (Monroy, 2018)

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Fuentes de energía**

La energía es un insumo básico para la vida, hay dos tipos, renovable y no renovable. Entre la renovable están: solar, hidráulica, eólica, biomasa, mareomotriz y geotérmica. Y entre la no renovable están: el petróleo, carbón, gas natural y nuclear. (Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, 2011)

En países en constante crecimiento como Guatemala, la demanda de energía eléctrica ha ido en aumento. Del año 2001 al 2007 hubo un crecimiento en la producción de energía eléctrica de un 40%; un 63% de la energía producida en ese periodo de tiempo provino de la generación térmica, que usa combustibles derivados del petróleo y carbón mineral, una de las mayores fuentes de contaminación atmosférica. (Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, 2011)

La huella de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases de efecto invernadero debido a la utilización de las energías renovables es cercana a cero, a excepción de la energía obtenida de la biomasa y de la energía geotérmica. Además de no generar residuos de difícil tratamiento y son energías inagotables. (Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, 2011)

Las energías no renovables son producidas a partir de combustibles fósiles, como petróleo, gas y carbón, produciendo gases de efecto invernadero, contribuyentes al cambio climático. La energía nuclear y las provenientes de combustibles fósiles generan

residuos que son una amenaza al medio ambiente. (Centro Guatemalteco de Producción Más Limpia, 2011)

### **2.2.2 Evaluación energética**

La evaluación energética busca evaluar de forma cuantitativa, la eficiencia energética de un edificio, obteniendo la demanda energética final. Para la recopilación de datos existen dos métodos, el método de medidas de consumos energéticos y el método analítico, en donde el consumo energético es obtenido a través de un modelo teórico, en función de las características del sistema se calcula el consumo energético. (Rey, Rey, & Velasco, 2018)

De acuerdo a Rey, Rey, & Velasco (2018), existen diferencias entre los esquemas de evaluación energética, la clasificación general de aspectos contemplados es la siguiente:

- Tipos de edificios evaluados.
- Sectores edificatorios evaluados.
- Método de cálculo del consumo energético.
- Usos energéticos evaluados.
- Criterios para la evaluación del edificio.
- Resultados aportados.
- País de aplicación.
- Carácter obligatorio o voluntario del mismo.

Las etapas de una evaluación energética incluyen, la recopilación de información inicial, toma de datos, análisis de la información y de los datos, propuestas de mejora y por último la generación de un informe final. (Rey, Rey, & Velasco, 2018)

La diferencia entre una evaluación o diagnóstico energético y una auditoría energética es la implementación de las propuestas de mejora en una auditoría energética. (Det Norske Veritas, 2018)

Cuando se está hablando de una auditoría energética, se habla de un procedimiento sistemático con el propósito de obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía actual de una instalación, además para determinar y cuantificar posibilidades

de ahorro de energía rentables, para elaborar un informe al respecto. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014)

Un tema importante en una auditoría energética y en una evaluación energética es la eficiencia energética de la iluminación.

### **2.2.2.1 Eficiencia energética**

La eficiencia energética es la capacidad de producir un trabajo o resultado con el menor gasto de energía. También se puede decir que es la capacidad de utilizar menos energía para producir la misma cantidad de iluminación. (Organización Latinoamericana de Energía, 2016)

### **2.2.2.2 Proceso de una evaluación energética**

#### **a. Contacto preliminar**

En esta etapa se determinan los canales de comunicación, las personas de contacto, el acceso de la información pertinente, la posible presencia de guías, las reglas de seguridad y preparativos de la evaluación. Además de los recursos de la institución que se pondrán a disposición. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014)

#### **b. Recopilación de datos**

En esta etapa el evaluador energético y en colaboración con la organización recopilan datos del sistema de procesos y equipos que utilizan energía, datos como características, historial de consumo, documentación, auditorías previas, tarifas y del sistema de gestión energética. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014)

A pesar de ello, algunas veces no están disponibles todos los datos, por lo que puede ser necesaria la realización de estimaciones, lo que generará cierta incertidumbre en los resultados, por lo que debe de ser mencionado. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014)

La información recopilada debe detallar, según Aranda, Barrio, García, & Alcalde (2014):

- Los planos constructivos generales, preferentemente que incluya la localización de los equipos que consumen energía.
- Inventario de los equipos consumidores de energía y sus características.

- Facturas eléctricas, al menos del último año.
- Información sobre horarios, comportamientos, hábitos de consumo, etc.

En la realización de un inventario de los equipos que consumen energía, se debe anotar las características, por ejemplo, en la iluminación, se debe incluir el tipo de luminaria, potencia (w), horas de utilización, entre otras características principales. (Zabalza, Díaz, & Barrio, 2010)

### **c. Trabajo de campo**

En la etapa de trabajo de campo, se realizan las mediciones y observaciones en el funcionamiento normal de la organización. Además del comportamiento de los usuarios y sus impactos en el consumo energético y en la eficiencia energética. En muchas ocasiones, además de recopilar datos, se deben de realizar mediciones, sobre todo en los casos que se quiera comprobar el rendimiento de una caldera, el consumo energético de un equipo o instalación, el nivel de iluminación o el rendimiento de un dispositivo eléctrico. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014)

### **d. Análisis**

Ya recopilados los datos en todas las áreas de la organización, se procede al análisis de los datos recopilados. Aquí se establece la eficiencia energética de la organización, para poder realizar propuestas de mejora. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014)

Esta etapa debe incluir:

- Detalle del consumo energético.
- La demanda de la energía a lo largo del tiempo.
- Indicadores del rendimiento energético adecuados para su evaluación.

El establecimiento de la propuesta de mejora, se realiza con base al ahorro económico que genera, la inversión necesaria, el retorno de la inversión, beneficios no económicos, comparación en el consumo energético y costos económicos. Se debe de tener cuidado al realizar diagramas, gráficas y tablas, ya que las principales medidas estarán dirigidas a los mayores consumos energéticos. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014)

Uno de los indicadores para la propuesta de mejora de la eficiencia energética es el ahorro energético que se traduce en ahorro económico. El método del cálculo de ahorro del consumo energético se basa en la creación de una línea base posterior al periodo estudiado, para el uso y consumo energético. El cálculo se realiza mediante el ajuste de las medidas de uso y consumo de la energía en la institución y los posibles cambios en las condiciones del periodo posterior. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014)

La siguiente fórmula es utilizada para el cálculo del ahorro energético, según Aranda, Barrio, García, & Alcalde (2014):

**Ahorro de energía**= Energía periodo de referencia - Energía periodo de ahorro

#### **e. Informe**

En esta etapa se redactan los resultados de la evaluación energética, el informe presenta un resumen de las mediciones realizadas, análisis de las mediciones, las estimaciones de ahorro y costos. Además, se incluyen las oportunidades de mejora de la eficiencia energética y el orden de prioridad de aplicación de las mismas. (Aranda, Barrio, García, & Alcalde, 2014)

### **2.2.3 Iluminación**

#### **2.2.3.1 Unidades básicas de iluminación**

##### **a. Flujo luminoso**

El flujo luminoso de una fuente de luz es la energía radiada que recibe el ojo humano según su curva de sensibilidad y que transforma en luz durante un segundo. Su unidad es el lumen (lm). (García, González, & González, 2014)

##### **b. Rendimiento luminoso**

Las fuentes productoras de luz tienen un rendimiento luminoso, este indica el flujo que emite la fuente productora de luz en relación a la potencia eléctrica consumida para su obtención. Su unidad es lumen/watts (lm/w). (García, González, & González, 2014)

**Rendimiento luminoso**=Flujo luminoso/consumo energético

### **c. Iluminancia (nivel de iluminación)**

Es una magnitud que relaciona el flujo luminoso que recibe la superficie y su área. Su unidad es el lux (lx). (García, González, & González, 2014)

La fórmula es la siguiente, según García, González, & González (2014):

$$Lx = \frac{lm}{m^2}$$

Lo que expresa, que a medida que el flujo luminoso sea mayor, sobre una superficie, también lo será la luminancia. También que, a igual flujo luminoso, la luminancia será mayor si la superficie es menor. (García, González, & González, 2014)

Para medir el nivel de iluminación en una superficie, se usa un luxómetro, el cual consiste en una célula fotoeléctrica, sensible a las radiaciones luminosas e infrarrojas. Al incidir sobre su superficie una luz, genera una corriente eléctrica débil, que aumentará a medida que aumente la luz sobre ella. Esta corriente es medida en miliamperios, y el aparato lo transforma a luxes. (Chapa, 1990)

#### **2.2.3.2 Tipos de lámparas y luminarias**

Las lámparas y las luminarias son los elementos que integran la fuente de luz artificial. Una luminaria es un aparato de alumbrado que reparte, filtra y transforma la luz emitida por una o más lámparas, y que incluye los dispositivos necesarios como el soporte, la fijación y la protección de las lámparas. (García, González, & González, 2014)

##### **a. Componentes comunes de las luminarias**

- **Armadura o carcasa**

Su función es contener los dispositivos necesarios para el funcionamiento correcto de las lámparas. El material más utilizado es el aluminio debido a sus características de resistencia, ligereza, facilidad de mecanizado y resistencia a la corrosión. (Sánchez, 2015)

- **Sistema óptico**

Está formado por los reflectores, difusores y filtro, para poder dirigir el flujo luminoso que emite la lámpara, hacia la superficie a iluminar. (García, González, & González, 2014)

- a. Reflectores: Son las superficies alojadas en el interior de la luminaria con el fin de modelar la forma y dirección del flujo de la lámpara. (García, González, & González, 2014)
  - b. Difusores: Elemento que sirve de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección del rayo lumínico. (García, González, & González, 2014)
  - c. Filtro: Su función es de combinarse con los difusores, para potenciar o disminuir algunas características de la radiación luminosa. (García, González, & González, 2014)
- **Equipo eléctrico**

El equipo eléctrico depende del tipo de luz o lámpara a la que se asocie. En algunas lámparas no es necesario un equipo eléctrico auxiliar, en otras lámparas si es necesario. (Sánchez, 2015)

### **2.2.3.3 Tipos de lámparas**

#### **a. Incandescentes**

Está consiste en la incandescencia producida por el paso de una corriente de electrones por un hilo conductor, que frecuentemente es de tungsteno, dentro de un bulbo con un gas de argón para evitar la evaporación del filamento. (Chapa, 1990)

El flujo luminoso emitido por las lámparas incandescentes es una mezcla de radiaciones de diferentes longitudes de onda. Aproximadamente, la temperatura del filamento de un foco incandescente es de 300°C, la energía radiante contiene gran cantidad de ondas visibles, entre los 400nm y los 700nm, y el cuerpo parece rojo-blanco y los objetos iluminados reflejan bien los colores rojos y amarillos. (Chapa, 1990)

En general el rendimiento de este tipo de lámpara es bajo, debido a que la mayor parte de la energía consumida se transforma en calor, y sólo el 10% de la energía eléctrica consumida se convierte en luz visible. (Martínez, 2006)

## **b. De descarga**

Son más eficientes y económicas que las lámparas incandescentes. La luz emitida por las lámparas de descarga, se produce al excitar un gas por medio de descargas eléctricas entre dos electrodos, dentro de un tubo saturado con un gas o vapor ionizado. (Martínez, 2006)

La luz emitida por las lámparas de descarga no es blanca, debido a esto la capacidad de reproducir los colores de esta fuente de luz es peor que en el caso de las lámparas incandescentes. Sin embargo, esto se puede resolver, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorando la reproducción de los colores y la eficacia, convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible. (Martínez, 2006)

- **Fluorescentes:** Usada para iluminar grandes áreas, a una altura baja de montaje, debido a su eficiencia y larga vida. En estas lámparas la luz, se produce por la fluorescencia del fósforo excitado por los rayos ultravioletas, energía que es generada del choque de la descarga de electrones con los átomos de mercurio vaporizado. En las lámparas fluorescentes, el 90% de la luz se produce por la fluorescencia y el resto por las radiaciones del arco de mercurio. (Chapa, 1990)
- **Vapor de mercurio de alta presión:** Como otras lámparas de descarga de alta presión, tienen la dificultad para alcanzar el pleno rendimiento. Las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, tienen un tubo de descarga dentro de una envoltura exterior de vidrio con un gas de nitrógeno o argón-nitrógeno en su interior. Son de las más utilizadas en el alumbrado exterior, sin embargo, aunque tienen una vida útil larga, reducen su rendimiento lumínico a aproximadamente el 55% al final de su vida útil, por lo que se deben de cambiar antes de llegar a ese punto. (Sánchez, 2015)
- **Halogenuros metálicos:** De acuerdo a Moreno, García, & Lasso (2010) a las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, se les ha agregado yoduros metálicos además de mercurio, obteniendo rendimientos luminosos superiores y mejor reproducción de los colores que con las lámparas de vapor de mercurio de alta presión.

- **Sodio de baja presión:** Suelen ser usadas en lugares donde no tiene importancia visual la reproducción cromática, debido a que reproducen una luz de color amarillo. Estas contienen en la pared interna del tubo exterior una capa delgada de óxido de estaño o de óxido de indio, que refleja más del 90% de las radiaciones infrarrojas emitidas por el tubo de descarga. En los extremos del tubo de descarga dos electrodos formados por un filamento de wolframio, entre ellos hay un material emisor de electrones. Además, en el interior del tubo contiene un gas noble, generalmente neón que favorece el encendido de la lámpara y unas gotas de sodio. En el periodo de arranque, el color de la luz emitida, va cambiando de color rojo a amarillo. (García, González, & González, 2014)
- **Sodio de alta presión:** El tubo de descarga contiene un exceso de sodio, que provoca condiciones de vapor saturado cuando la lámpara está en funcionamiento. Además, posee exceso de mercurio, que proporciona un gas amortiguador. El tubo contiene también gas xenón, para facilitar el encendido, y limitar la conducción de calor del arco de descarga a la pared del tubo. La reproducción cromática es bastante aceptable a comparación con las lámparas de sodio de baja presión. (García, González, & González, 2014)

### c. LED (Light emitting diode)

Las lámparas LED están construidas con dos materiales conductores diferentes, que provocan que la corriente eléctrica circule en una única dirección. La energía se libera en el espectro visible de luz. Son de eficiencia muy elevadas y una vida útil superior a las demás lámparas, son de arranque instantáneo y resisten encendidos y apagados continuos. (Sánchez, 2015)

### 2.2.4 Política Nacional de Producción Más Limpia

La Política Nacional de Producción Más Limpia, del Acuerdo Gubernativo No. 258-2010, fue creada para ser una herramienta técnica de la competitividad y gestión ambiental preventiva. La cual, contiene principios fundamentales como el de la eficiencia, la cual establece el uso de materia prima e insumos de manera óptima, minimizando los residuos

y emisiones generadas, y utilizar los recursos y servicios naturales de forma integral. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2010)

#### **2.2.4.1 Objetivo general de la Política Nacional de Producción Más Limpia**

Contribuir al bienestar social, el crecimiento económico, el aumento de la competitividad, el mejoramiento de la calidad del ambiente y el aprovechamiento racional de los bienes y servicios naturales, a través de la Producción Más Limpia, como herramienta para la gestión socioambiental. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2010)

#### **2.2.4.2 Estrategias de la Política Nacional de Producción Más Limpia**

Las estrategias propuestas en la política, deberán ser evaluadas en el tiempo, con el propósito de ajustarlas y adaptarlas, con respecto a los cambios en el contexto nacional, regional e internacional, las cuales son presentadas a continuación: (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2010)

- a. Institucionalizar la Producción Más Limpia a niveles nacional, regional y local;
- b. Crear y fortalecer las capacidades humanas, tecnológicas, administrativas y operativas en Producción Más Limpia, a todo nivel;
- c. Investigar temas estratégicos de Producción Más Limpia prioritarios para el país;
- d. Implementar Producción Más Limpia en la fabricación y generación de bienes y
- e. prestación de servicios; y
- f. Generar e instrumentalizar incentivos para Producción Más Limpia. (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2010)

Luego de la creación de la política, no han surgido incentivos fiscales para la aplicación de la producción más limpia, como en la compra de luminaria eficiente, paneles fotovoltaicos, vehículos híbridos y eléctricos, entre otros, que ayuden a agilizar la implementación de la política, en el sector público y privado. Únicamente existen incentivos de reconocimientos como, el Sello Ambiental y Premio Nacional de Producción Más Limpia.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Evaluar la demanda energética de las luminarias del Centro Universitario de Suroccidente.

#### **3.2 Objetivos específicos**

3.2.1 Determinar la demanda actual de consumo energético de las luminarias del Centro Universitario de Suroccidente.

3.2.2 Analizar el consumo energético por tipo de luminaria actualmente instalada en el Centro Universitario de Suroccidente.

3.2.3 Presentar una propuesta de eficiencia energética en el Centro Universitario de Suroccidente.

## **IV. RECURSOS Y METODOLOGÍA**

### **4.1 Recursos**

#### **4.1.1 Recursos humanos**

- Estudiante del Ejercicio Profesional Supervisado de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
- Electricista del CUNSUROC.
- Asesora del Ejercicio Profesional Supervisado de Ingeniería en Gestión Ambiental.

#### **4.1.2 Recursos físicos**

- Libreta de campo
- Computadora
- Hojas de papel bond
- Lápiz
- Impresora
- Hojas de entrevista
- Multímetro digital
- Desatornillador Phillips
- Desatornillador plano

#### **4.1.3 Recursos financieros**

Los recursos financieros utilizados se detallan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1. Recursos financieros de la evaluación de la eficiencia energética de la iluminación del CUNSUROC.**

| No.          | Material                               | Cantidad | Costo Unitario | Costo total       |
|--------------|--|----------|----------------|-------------------|
| 1            | Hojas carta de papel bond de 80 gramos | 50       | Q 0.15         | Q 7.50            |
| 2            | Impresiones                            | 50       | Q 0.50         | Q 25.00           |
| 3            | Encuadernado                           | 1        | Q 20.00        | Q 20.00           |
| 4            | Horas de trabajo                       | 200      | Q 11.27        | Q 2,254.00        |
| <b>Total</b> |  |          |                | <b>Q 2,306.50</b> |

## **4.2 Metodología**

### **4.2.1 Determinación de la demanda actual del consumo energético de las luminarias**

#### **4.2.1.1 Realización de inventario de luminarias**

Ésta actividad se realizó con el propósito de contabilizar las luminarias instaladas en el área que comprende el CUNSUROC, identificar las características como tipo de tecnología, consumo, flujo luminoso, principalmente, información importante para los cálculos de consumo general, y para poder proponer luminarias eficientes. Para realizarlo se siguieron los siguientes pasos:

#### **a. Ubicación de luminarias**

Se ubicaron las luminarias en un croquis del Centro Universitario de Suroccidente, con el propósito de facilitar el registro de la información de las características de las mismas.

#### **b. Registro de la información de la cantidad, tecnología, consumo energético y ubicación de las luminarias**

Se contó la cantidad de luminarias, tomando en cuenta, la tecnología y consumo, en cada una de las áreas del CUNSUROC.

### c. Documentación de la cantidad, tecnología, consumo energético y ubicación de las luminarias

Se elaboraron cuadros con la información, utilizando el software Microsoft Excel, por ubicación, y cantidad de luminarias por tecnología y consumo energético.



**Figura 3. Flujograma de la realización de inventario de luminarias.**

#### 4.2.1.2 Entrevista a personal de trabajo y estudiantes

Se realizaron entrevistas sobre el horario de uso de la iluminación, ver boleta de entrevista en el Anexo 9.1., página 59:

- A 10 personas que laboran en oficinas.
- A 20 docentes.
- A tres guardias de vigilancia en pasillos.
- A 314 estudiantes de los diversos salones donde reciben clases.

Nota: Ver determinación del tamaño de muestra en el Anexo 9.10., página 98.

Con la información recopilada se procedió a elaborar el siguiente cuadro en el software Microsoft Excel:

**Cuadro 2. Cuadro de Microsoft Excel para la información recopilada del inventario de luminarias y horarios de uso.**

| Nivel | Aula | Cantidad | Tipo | Tecnología | Marca | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia total por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes | Consumo Anual | Huella de Carbono anual (Ton CO2) |
|-------|------|----------|------|------------|-------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|----------------|---------------|-----------------------------------|
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |
|       |      |          |      |            |       |                   |                           |                             |                                      |  |                                   |  |                     |                |               |                                   |

#### 4.2.1.3 Medición de consumo energético en paneles de flipones de iluminación

Se realizaron mediciones en los paneles de flipones de iluminación instalados en cada módulo o área del Centro Universitario de Suroccidente para determinar el consumo energético. Para ello se utilizó un multímetro, realizando la medición en la línea positiva del flipón, una vez a cada dos horas, durante veinticuatro horas, de los parámetros de voltaje y amperaje. Las mediciones se realizaron dos días, un día entre semana y un día del fin de semana. La frecuencia de medición, se estableció a cada dos horas y dos días, con el propósito de evitar detener las actividades educativas en el centro, además de que ya se tenían conocimientos de que los circuitos de iluminación y fuerza en los flipones no estaban separados, y únicamente sirvieron de referencias en las mediciones.

Con la siguiente fórmula se calculó el consumo energético real de cada nivel y módulo en el CUNSUROC:

$$\text{Consumo energético real} = \text{Voltaje} \times \text{amperaje}$$



**Figura 4. Durante la medición de amperaje en panel de circuitos eléctricos del nivel uno del módulo I del CUNSUROC.**

Esta información se trasladó a un cuadro de Microsoft Excel y se realizó un gráfico de líneas con la información obtenida en las mediciones de consumo energético.

Cabe mencionar que las mediciones se debían realizar en flipones que controlan exclusivamente el flujo de energía para la iluminación, para no tener variaciones en los resultados por consumos de otros aparatos eléctricos. Sin embargo, los flipones instalados en el CUNSUROC controlan iluminación y tomas de corriente.

#### **5.2.1.4 Cálculo del consumo energético de las luminarias actualmente**

Con la información obtenida de las entrevistas sobre las horas de uso de las luminarias, y la potencia por luminaria obtenida del inventario, se procedió a calcular el consumo energético actual de las luminarias, de la siguiente manera:

**Consumo energético estimado** = Cantidad de luminarias x potencia por luminaria x hrs de uso al mes/1000

Seguidamente, se realizó la sumatoria del consumo energético por tipo (foco y lámpara) y tecnología (fluorescente y diodos de emisión de luz -LED-) de luminaria.

Para obtener el consumo energético anual, se multiplicó el consumo energético mensual por doce meses.

Con la información, se realizó un cuadro del resumen con la sumatoria de todas las áreas por tipo de luminaria que contiene lo siguiente:

- Ubicación.
- Tipo de luminaria: foco o lámpara.
- Consumo al mes en kilowatts.
- Consumo al año en kilowatts.

#### **5.2.2 Análisis del consumo energético de las luminarias instaladas actualmente**

##### **5.2.2.1 Representación gráfica de los resultados**

Se representaron gráficamente los resultados del consumo energético por área, tipo, mes y año, para poder analizar el consumo por tipo de luminaria en cada una.

Se analizaron los consumos energéticos por tipo de luminaria en cada área, y se comparó con el consumo energético de otra tecnología de iluminación tomando en cuenta los criterios establecidos en la Norma Europea UNE-EN 12464-1:2011 Iluminación de los lugares de trabajo, descritos en el Cuadro 3., página 25.

### 5.2.2.2 Determinación del ahorro energético

Se determinó el ahorro en el consumo energético en kilowatts de la propuesta a la problemática evaluada en el periodo de tiempo de un año, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro energético} = \text{consumo actual} - \text{consumo de la propuesta}$$

### 5.2.2.3 Cálculo de la huella de carbono del sistema de luminarias actual y de la propuesta

Se calculó la huella de carbono, la cual expresa las toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitidas en determinado tiempo. Para ello se utilizó la constante 0.001070 toneladas de dióxido de carbono, según el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, por kilowatts consumidos en un año a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Toneladas de CO}_2 = K \times \text{consumo energético}$$

Donde:

K= Constante con un valor de 0.001070 toneladas de dióxido de carbono.

Consumo energético= En kilowatts consumidos en un año.

### 5.2.3 Propuesta de eficiencia energética

Se detalló la propuesta de eficiencia energética, en lo que concierne a la cantidad, tecnología, consumo, flujo luminoso y ubicación de las luminarias que fueran necesarias reemplazar en el sistema de iluminación actual del CUNSUROC, así como sistemas de control.

La propuesta se hace en función de los criterios descritos en el Cuadro 3., página 25, estos criterios fueron elegidos con base a mantener la calidad de la iluminación actual, disminuir el consumo energético, reducir el gasto económico y reducir el impacto ambiental y a la salud de las personas que manipulan los desechos de las luminarias.

**Cuadro 3. Criterios considerados para las luminarias propuestas.**

| Criterio              | Descripción   |
|-----------------------|---|
| Flujo lumínico        | Los lúmenes de la luminaria propuesta deben de ser mayor, igual o por lo menos 10 a 15% menor de la luminaria instalada actualmente.  |
| Eficiencia energética | La cantidad de lúmenes por watts de ser mayor o igual a 100.  |
| Horas de vida útil    | Las horas de vida útil de la luminaria propuesta deben de ser mayor o igual a 18,000.   |
| Impacto ambiental     | La luminaria propuesta no debe de contener mercurio, por lo que por su desecho no contamine con el elemento tóxico al medio ambiente. |

Nota: Basado en la Norma Europea UNE-EN 12464-1:2011 Iluminación de los lugares de trabajo.

### 5.2.3.1 Cálculo del consumo energético de la propuesta

Con base a la propuesta de eficiencia energética, se determinó el consumo energético de las luminarias propuestas, tomando en cuenta la misma cantidad de luminarias y horas de uso de las mismas. Para ello se utilizaron las mismas fórmulas, empleadas en la determinación del consumo energético actual.

### 5.2.3.2 Análisis económico de la propuesta

Se calculó la inversión de la propuesta y se realizó un análisis económico que consistió en comparar el costo económico por el consumo energético en un año; el costo

económico por el cambio de luminarias en determinado tiempo; y el periodo simple de retorno de la inversión -PSRI-, todo ello descrito a continuación:

#### **a. Inversión de la propuesta**

Se realizaron los cálculos económicos de la inversión a la propuesta en una hoja de cálculo del software Microsoft Excel, de materiales como listones de lámparas y luminarias necesarias, por medio de una cotización, en el Anexo 9.9., página 97.

#### **b. Costo económico teórico por el consumo energético en un año**

El costo económico teórico del consumo energético de las luminarias instaladas en el CUNSUROC en el periodo de tiempo de un año, se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Costo económico teórico} = \text{Consumo energético} \times \text{costo kW/h}$$

Además, se calculó el beneficio económico por la implementación de la propuesta con la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio económico} = \text{Ahorro energético} \times \text{costo kW/h}$$

#### **c. Evaluación del ahorro económico de la vida útil de luminarias**

Se evaluó el ahorro económico en función de la vida útil de las luminarias instaladas actualmente y las que se propone instalar. Para ello se comparó el tiempo de la vida útil y el costo económico de la compra de las mismas en el mismo periodo de tiempo por medio del mínimo común múltiplo.

#### **d. Periodo simple de retorno de la inversión -PSRI-**

El periodo simple de retorno de la inversión -PSRI-, se refiere a los meses que deberán transcurrir para recuperar la inversión económica. Para ello con el costo económico de la inversión de la propuesta y el ahorro económico mensual que se tendría con su implementación, se calculó el PSRI con la siguiente fórmula:

**PSRI=** Inversión en quetzales ÷ ahorro económico

**d. Presentación de la propuesta de eficiencia energética**

Se presentó la propuesta, considerando:

- Tipo de luminarias a reemplazar.
- Cantidad de luminarias a reemplazar.
- Inversión a realizar.

Se presentó los beneficios del reemplazo de luminarias necesarias como:

- Horas de vida de uso de las nuevas luminarias.
- Consumo energético.
- Ahorro energético.
- Beneficio económico.
- Periodo simple de recuperación de la inversión.
- Huella de carbono.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Demanda del consumo energético actual

Las luminarias instaladas actualmente en el CUNSUROC, son de tecnología fluorescente, mercurio, sodio y metalarc. Ver el inventario de luminarias por área en el Anexo 9.5., página 68.

**Cuadro 4. Características principales de las luminarias instaladas actualmente en el CUNSUROC.**

| Tipo    | Tecnología   | Marca            | Consumo por luminaria (watts) | Flujo lumínico (lúmenes) | Eficiencia energética (lúmenes/watts) | Horas de vida útil |
|---------|--------------|------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Foco    | Fluorescente | Sylvania         | 25 <sup>1</sup>               | 1,550                    | 62                                    | 10,000             |
| Foco    | Fluorescente | Sylvania         | 105 <sup>1</sup>              | 6,000                    | 57.14                                 | 8,000              |
| Lámpara | Fluorescente | Sylvania         | 80 <sup>1</sup>               | 5,000                    | 62.5                                  | 20,000             |
| Foco    | Mercurio     | Philips          | 175 <sup>1</sup>              | 7,400                    | 42.28                                 | 24,000             |
| Foco    | Sodio        | General Electric | 400                           | 45,000                   | 112.5                                 | 24,000             |
| Foco    | Metalarc     | Luxlite          | 400                           | 38,000                   | 95                                    | 20,000             |

<sup>1</sup> Luminarias necesarias de reemplazar por luminarias eficientes de tecnología LED.

La principal tecnología utilizada de luminarias en el CUNSUROC, en un 49.89% es fluorescente, con una eficiencia energética promedio de 60 lúmenes emitidos por watts consumido, que al igual que las luminarias de mercurio a alta presión, utilizadas en el alumbrado de parques que poseen una eficiencia energética de 42 lúmenes emitidos por watts, de 40% a 70% menos, comparado con tecnologías que pueden llegar a una eficiencia energética de 110 lúmenes por watts, además de que las luminarias de mercurio, contiene este elemento tóxico, que al romperse es liberado en estado líquido y gaseoso, siendo perjudicial para las personas y el medio ambiente.

Las luminarias de vapor de sodio, son muy usadas, principalmente por su alta eficiencia, 112.5 lúmenes emitidos por watts consumido, sin embargo, un inconveniente es que emiten luz amarilla brillante, por lo que se restringe su uso a parqueos y calles. En el CUNSUROC, representan únicamente el 0.75% de las luminarias instaladas.

Las luminarias de tecnología de Metalarc, representan el 1.39% de las instaladas en el CUNSUROC, poseen una eficiencia energética promedio de 95 lúmenes emitidos por watts consumido, muy cercana eficiencia a la de las de diodos de emisión de luz. Están compuestas por una combinación de diversos elementos químicos como mercurio, yoduros, bromuros, entre otros, sin embargo, el mercurio es el elemento tóxico de esta combinación.

### 6.1.1 Resumen del consumo energético por tipo y tecnología de luminarias instaladas actualmente por área del CUNSUROC

A continuación, se presenta en el cuadro, el resumen del consumo energético, por tipo y tecnología de luminaria instalada en las diversas áreas en el CUNSUROC.

**Cuadro 5. Resumen del consumo energético por tipo y tecnología de luminarias instaladas actualmente por área en el CUNSUROC.**

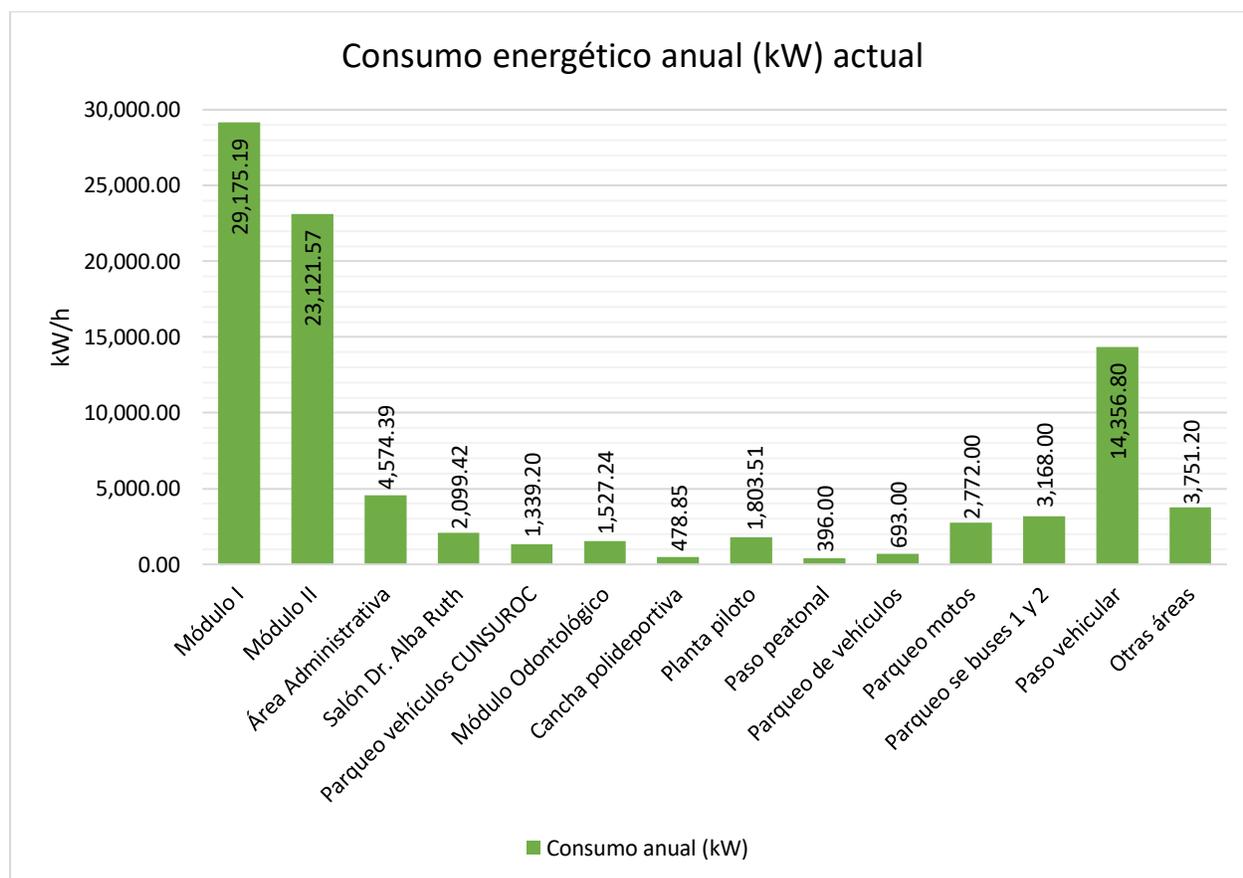
| Ubicación                  | Cantidad | Tipo    | Tecnología   | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella carbono anual (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|----------------------------|----------|---------|--------------|---------------------|--------------------|---|
| Módulo I                   | 46       | Foco    | Fluorescente | 321.79              | 3,861.48           | 4.1318                                      |
| Módulo I                   | 17       | Foco    | LED          | 45.50               | 546.05             | 0.5843                                      |
| Módulo I                   | 109      | Lámpara | Fluorescente | 1,373.25            | 16,478.98          | 17.6325                                     |
| Módulo I                   | 104      | Lámpara | LED          | 690.72              | 8,288.69           | 8.8689                                      |
| Módulo II                  | 82       | Foco    | Fluorescente | 541.70              | 6,500.38           | 6.9554                                      |
| Módulo II                  | 66       | Foco    | LED          | 241.42              | 2,896.99           | 3.0998                                      |
| Módulo II                  | 96       | Lámpara | Fluorescente | 885.38              | 10,624.51          | 11.3682                                     |
| Módulo II                  | 34       | Lámpara | LED          | 258.31              | 3,099.69           | 3.3167                                      |
| Área administrativa        | 18       | Foco    | Fluorescente | 202.02              | 2,424.18           | 2.5939                                      |
| Área administrativa        | 54       | Foco    | LED          | 108.83              | 1,305.94           | 1.3974                                      |
| Área administrativa        | 6        | Lámpara | Fluorescente | 64.42               | 772.99             | 0.8271                                      |
| Área administrativa        | 1        | Lámpara | LED          | 5.94                | 71.28              | 0.0763                                      |
| Salón Dra. Alba Ruth       | 25       | Foco    | Fluorescente | 83.50               | 1,001.97           | 1.0721                                      |
| Salón Dra. Alba Ruth       | 16       | Lámpara | Fluorescente | 91.45               | 1,097.45           | 1.1743                                      |
| Parqueo vehículos CUNSUROC | 6        | Foco    | Fluorescente | 111.60              | 1,339.20           | 1.4329                                      |

| Ubicación              | Cantidad | Tipo    | Tecnología   | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella carbono anual (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|------------------------|----------|---------|--------------|---------------------|--------------------|---|
| Módulo odontológico    | 11       | Foco    | Fluorescente | 116.71              | 1,400.52           | 1.4986                                      |
| Módulo odontológico    | 3        | Foco    | LED          | 10.56               | 126.72             | 0.1356                                      |
| Cancha polideportiva   | 1        | Foco    | Fluorescente | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                      |
| Cancha polideportiva   | 8        | Foco    | Metalarc     | 2.10                | 25.25              | 0.0270                                      |
| Planta piloto          | 8        | Foco    | Fluorescente | 113.42              | 1,361.04           | 1.4563                                      |
| Planta piloto          | 2        | Foco    | LED          | 0.05                | 0.63               | 0.0007                                      |
| Planta piloto          | 6        | Lámpara | Fluorescente | 2.56                | 30.72              | 0.0329                                      |
| Planta piloto          | 3        | Foco    | Metalarc     | 34.26               | 411.12             | 0.4399                                      |
| Paso peatonal          | 11       | Foco    | Fluorescente | 33.00               | 396.00             | 0.4237                                      |
| Parqueo de vehículos   | 2        | Foco    | Mercurio     | 57.75               | 693.00             | 0.7415                                      |
| Parqueo motos          | 1        | Foco    | Mercurio     | 92.40               | 1,108.80           | 1.1864                                      |
| Parqueo motos          | 4        | Foco    | Fluorescente | 138.60              | 1,663.20           | 1.7796                                      |
| Parqueo de buses 1 y 2 | 2        | Foco    | Sodio        | 264.00              | 3,168.00           | 3.3898                                      |
| Paso vehicular         | 8        | Foco    | Fluorescente | 302.40              | 3,628.80           | 3.8828                                      |
| Paso vehicular         | 2        | Foco    | Mercurio     | 126.00              | 1,512.00           | 1.6178                                      |
| Paso vehicular         | 1        | Foco    | Metalarc     | 48.00               | 576.00             | 0.6163                                      |
| Paso vehicular         | 5        | Foco    | Sodio        | 720.00              | 8,640.00           | 9.2448                                      |
| Otras áreas            | 9        | Foco    | Flourescente | 264.60              | 3,175.20           | 3.3975                                      |
| Otras áreas            | 1        | Foco    | Metalarc     | 48.00               | 576.00             | 0.6163                                      |
| <b>Totales (kW)</b>    |          |         |              | <b>7,438.03</b>     | <b>89,256.37</b>   | <b>95.5043</b>                              |

La demanda mensual de consumo energético de las luminarias del CUNSUROC, es de 7,438.03 kilowatts y 89,256.37 kilowatts anuales, un 57.62% de la demanda energética total actual del centro. Este porcentaje es proveniente de lámparas y focos fluorescentes, presión de mercurio, sodio, metalarc y en algunas áreas ya con tecnología LED, siendo las primeras una oportunidad de cambio a una tecnología eficiente como la de diodos de emisión de luz -LED-. Por ejemplo, únicamente en el módulo I, hay un consumo de 16,478.98 kW anuales por 109 lámparas fluorescentes, mientras que en el mismo módulo por 104 lámparas LED, hay un consumo energético de 8,288.69 kW anuales, un ahorro del 50%. Ver consumo energético facturado de enero a diciembre 2018, en el Anexo 9.4., página 67.

### a. Representación gráfica del consumo energético por área en el CUNSUROC

A continuación, se presentan las gráficas del consumo energético anual en kilowatts de las luminarias instaladas actualmente en el CUNSUROC. Así mismo, se analizan los resultados obtenidos.



**Figura 5. Consumo energético anual (kW) actual de luminarias en el CUNSUROC.**

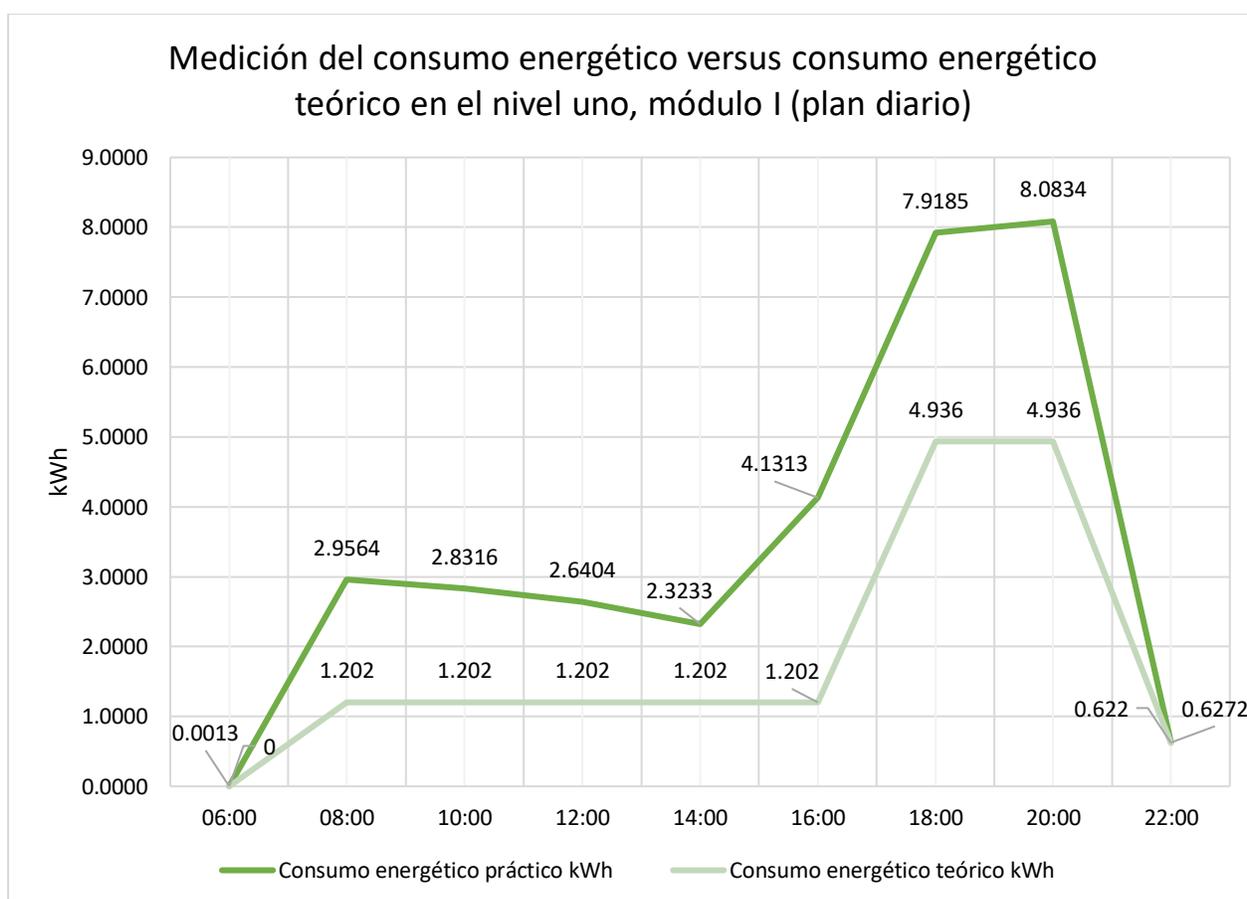
Debido a la cantidad de luminarias en los módulos I (276) y II (278), son las áreas con consumos energéticos anuales altos de 29,175.19 kW (32.69%) y 23,121.57 kW (25.90%) respectivamente, en comparación del paso peatonal en la entrada del CUNSUROC con 396 kW anuales. Otro consumo importante, es el del paso vehicular, debido a la potencia de las luminarias instaladas, con un consumo energético anual de 14,356.80 kW (16.08%), siendo áreas con un alto potencial de reducción del consumo, al aplicar la propuesta de eficiencia energética.

### 6.1.2 Medición de consumo energético en paneles de flipones de iluminación

Se realizó la medición del consumo energético de los paneles de flipones, en el nivel uno y dos del módulo I, y en los tres niveles del módulo II, desde las 6:00 horas hasta las 22:00, la información fue agregada a cuadros. Ver cuadros en el Anexo 9.7., página 81.

#### a. Representación gráfica de la medición del consumo energético en paneles de flipones versus consumo energético teórico

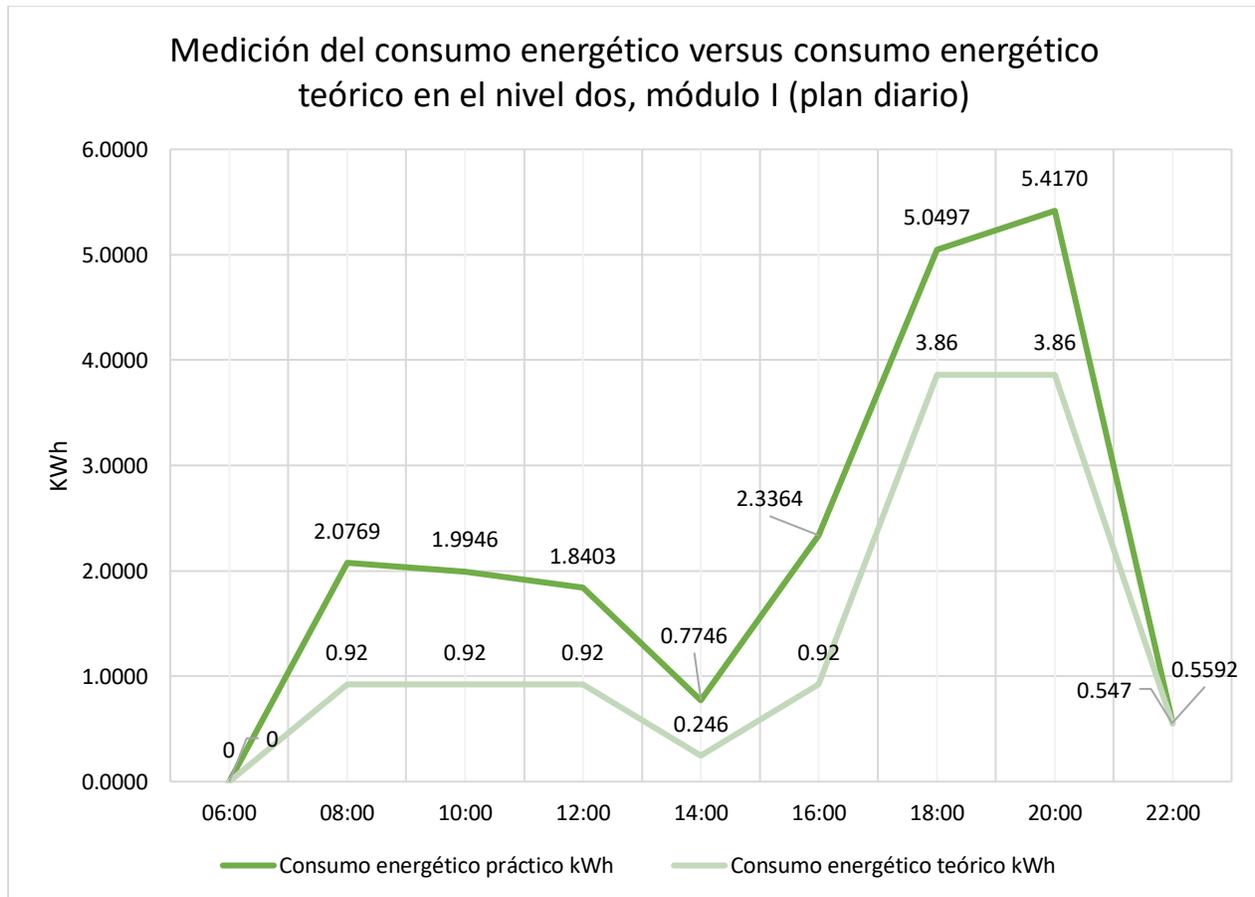
A continuación, se presentan las gráficas del consumo energético práctico versus el consumo energético teórico en las diversas áreas del CUNSUROC. Así mismo, se analizan los resultados obtenidos.



**Figura 6. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel uno, módulo I (plan diario).**

La medición del consumo energético práctico, se realizó con un multímetro propiedad del CUNSUROC, es importante mencionar que, los flipones son generales, no está separada

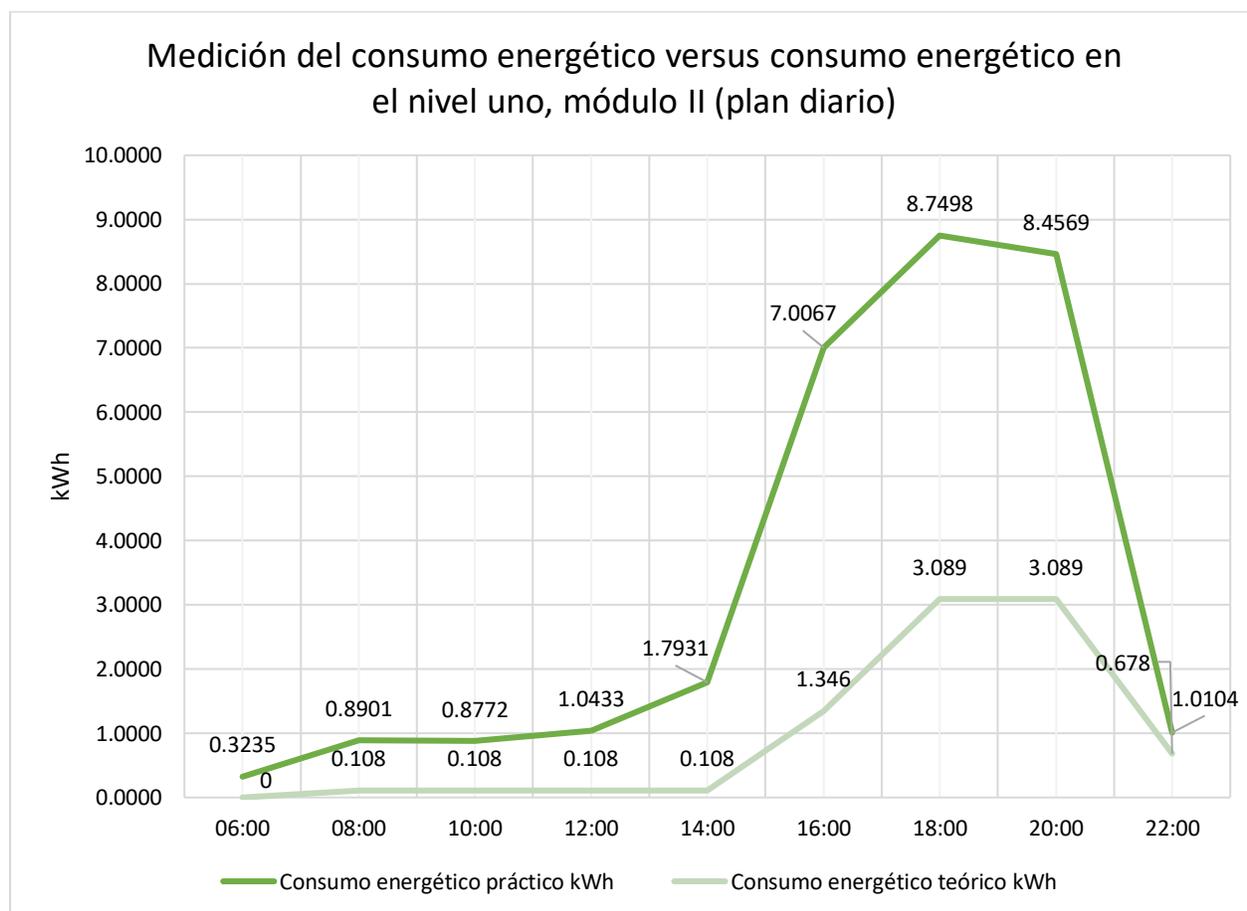
la energía para luminarias y la energía para toma de corrientes, por lo que el consumo energético teórico y el consumo energético práctico, no coincidieron en las líneas de las gráficas. El cálculo del consumo energético teórico de las luminarias, está representado por la línea verde claro de la gráfica. La línea verde representa la medición de parámetros como voltaje y amperaje (consumo energético práctico).



**Figura 7. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel dos, módulo I (plan diario).**

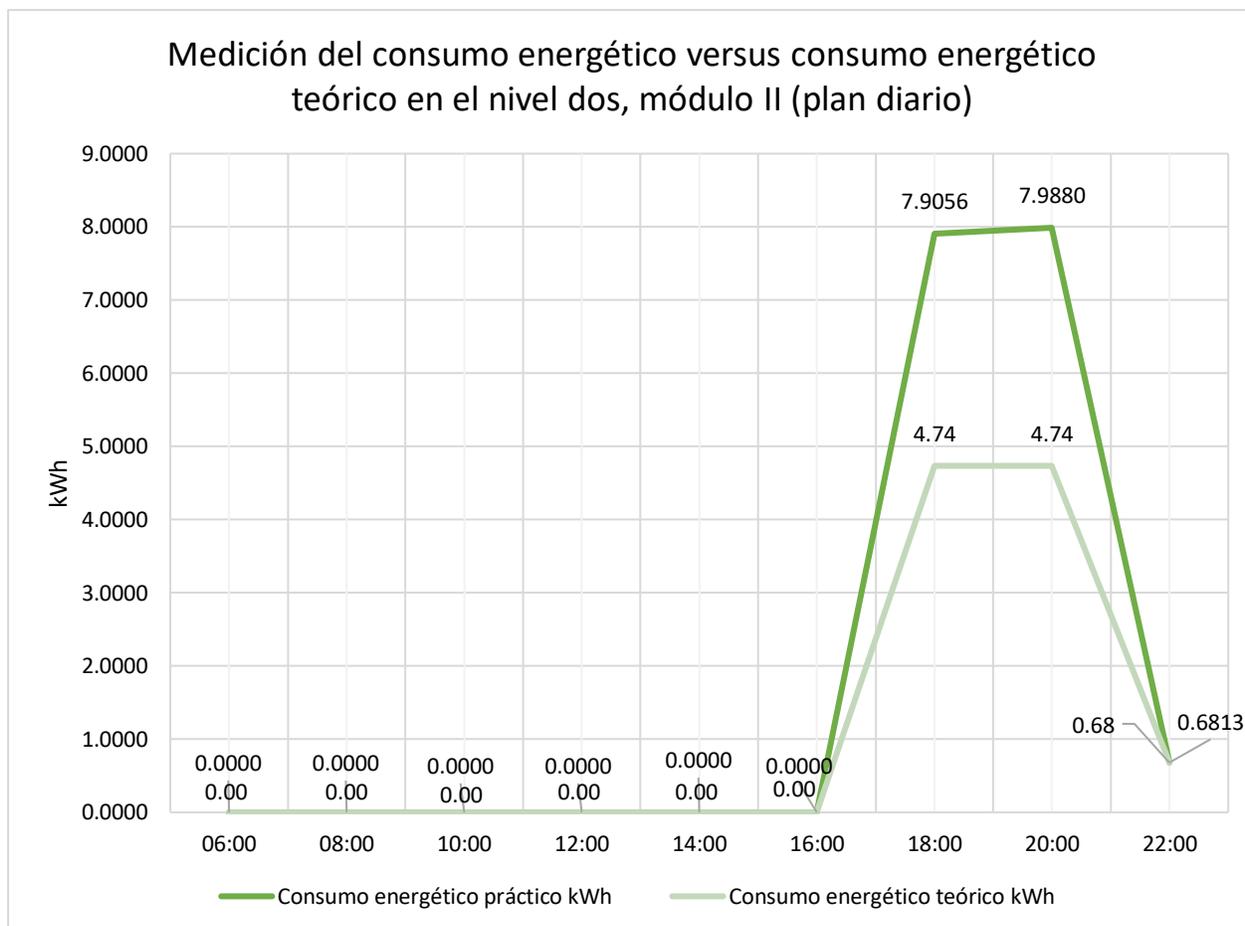
Se puede observar una separación significativa entre la línea verde de medición del consumo energético, con un kilowatt, y la línea verde claro del consumo teórico, con dos kilowatts, la diferencia observada se debe a que la energía de las luminarias es la misma que alimenta a tomas de corriente, donde estudiantes, docentes y empleados conectan computadoras, cañoneras y cargadores de celulares, lo que aumenta el consumo energético en cada módulo. No se realizó la medición del consumo energético práctico

en los flipones del nivel tres del módulo I, para evitar la interrupción de las actividades en los salones de docentes de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental, debido a que la medición se realizaría detrás de la puerta de entrada y a un costado de un escritorio de un docente de la carrera. Lo que provocaría que se mantuviera cerrada la puerta y el docente tendría que retirarse de su escritorio.



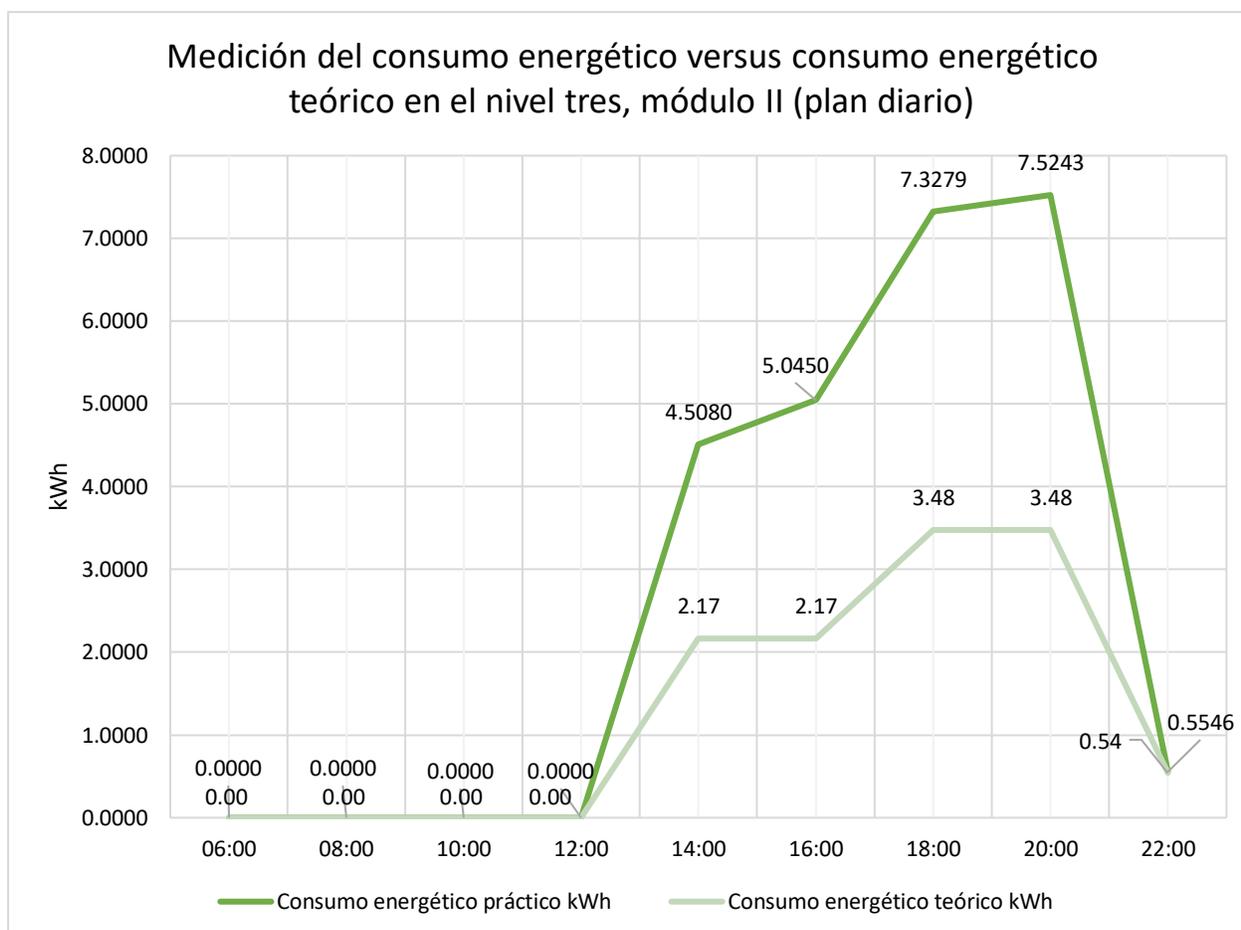
**Figura 8. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel uno, módulo II (plan diario).**

En el nivel uno del módulo II, además del consumo energético por el uso de computadoras, cañoneras y cargadores de celulares en aulas, así mismo existe un consumo de los equipos en los laboratorios, como refrigeradoras, incubadoras, estufas eléctricas y autoclaves. Estos equipos utilizan resistencias eléctricas, lo que incrementa el amperaje y, por ende, el consumo energético. Por lo que en esta área la línea verde de medición del consumo energético práctico se separó significativamente hasta por cinco kWh con la línea verde claro del consumo energético teórico de luminarias.



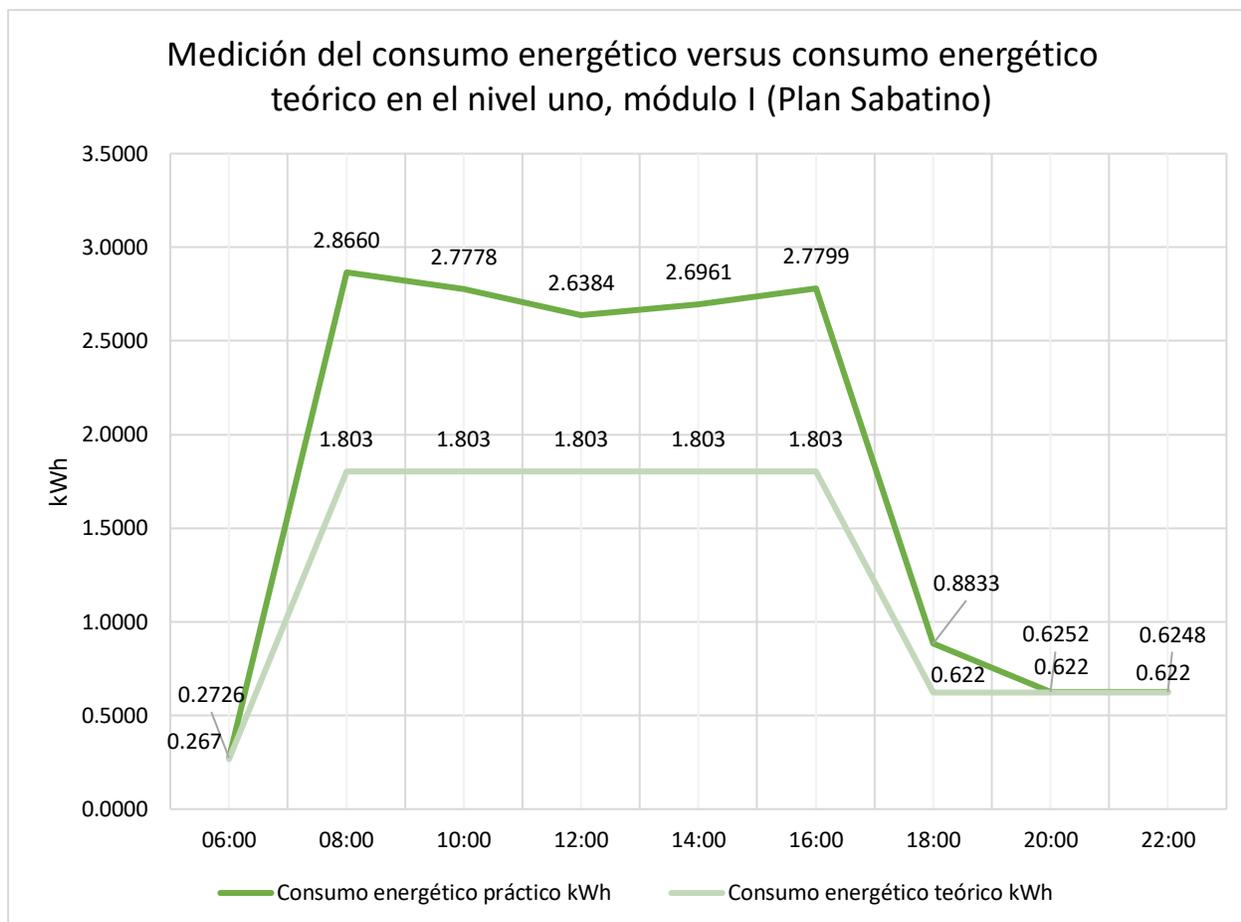
**Figura 9. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel dos, módulo II (plan diario).**

En el módulo II, nivel dos, se observó el mismo patrón de comportamiento, al separarse la línea verde de medición del consumo energético práctico a partir de las 18:00 horas, que es cuando inician las clases de las carreras de Licenciatura en Administración de Empresas y Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales y finalizan las clases alrededor de las 21:20 horas. Luego de las clases, el personal de seguridad apaga las luminarias de cada una de las aulas y únicamente permanecen encendidas las luminarias de pasillos y gradas, y es cuando disminuye el consumo energético.



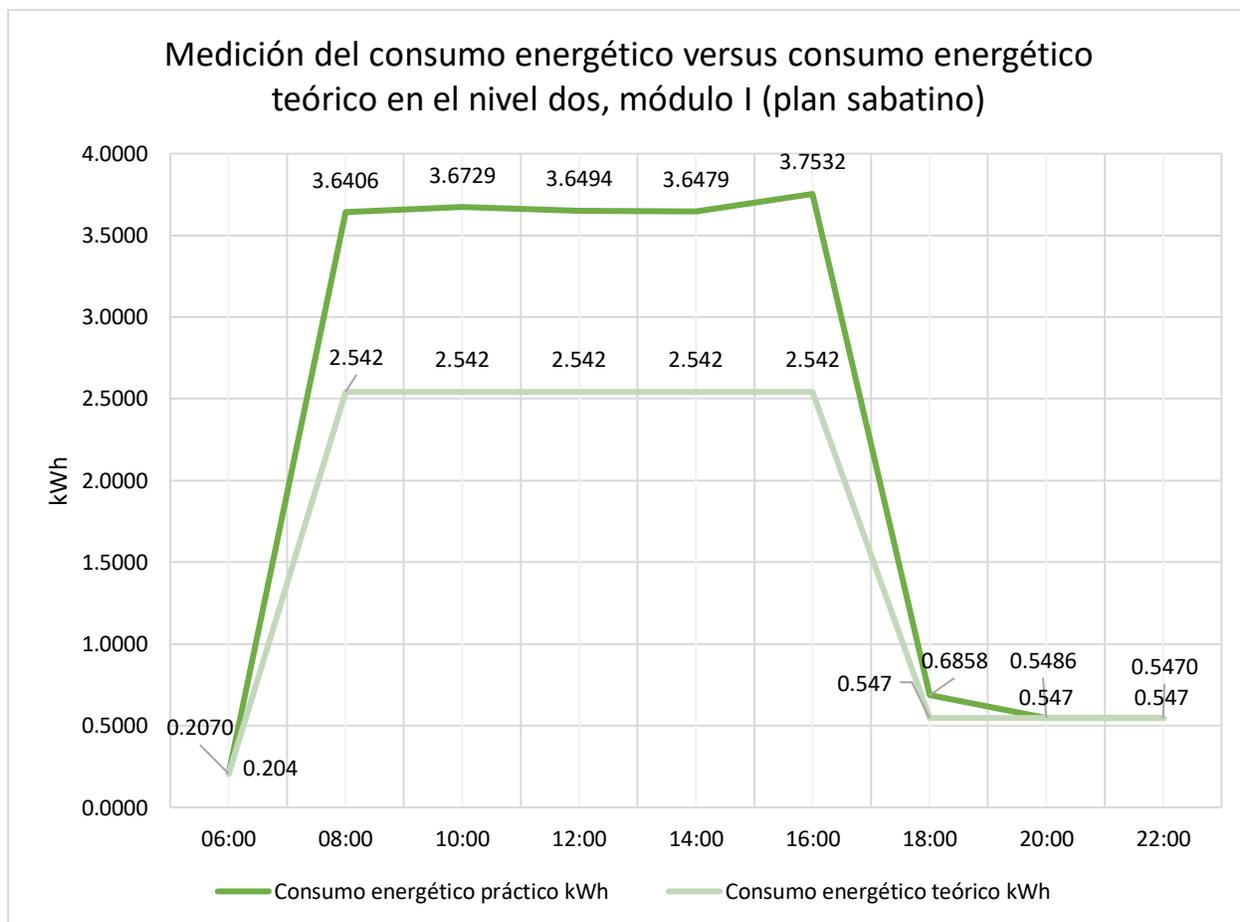
**Figura 10. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel tres, módulo II (plan diario).**

En el nivel tres del módulo II, se encuentra la biblioteca, además de la iluminación instalada, estudiantes y docentes llegan realizar tareas conectando computadoras, cargadores de celulares y además se cuenta con equipo de aire acondicionado. Por lo que la medición del consumo energético fue superior al consumo energético teórico; por ejemplo, a las 18:00 horas la medición fue de 7.33 kW y el consumo teórico fue de 3.48 kW, dos veces más. A esa hora utilizaban el salón de proyecciones, para recibir clases estudiantes de la carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales.



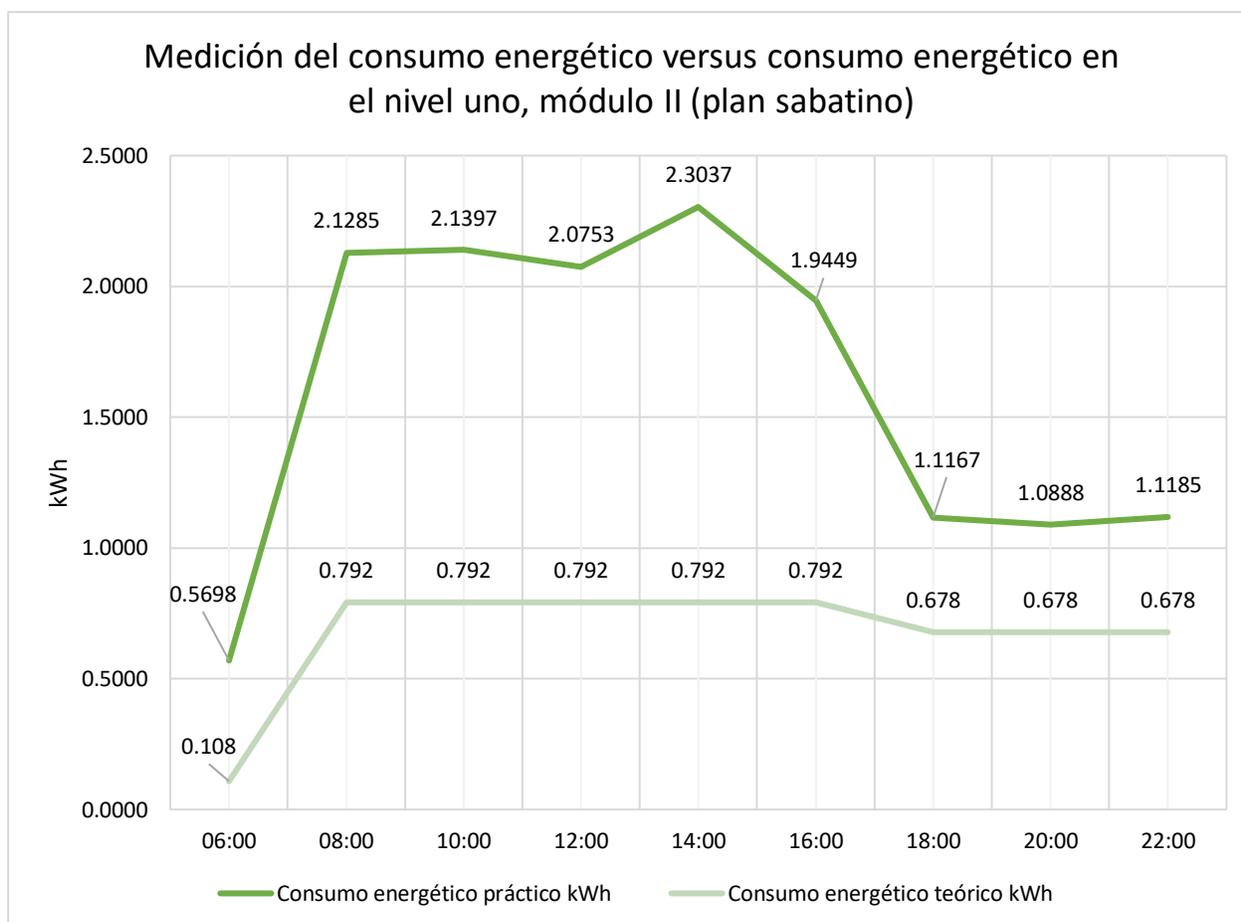
**Figura 11. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel uno, módulo I (plan sabatino).**

En el plan sabatino las clases inician a las 7:00 horas y finalizan a las 17:00 horas, igual que en plan diario, además del uso de las luminarias, el consumo energético es debido al uso de computadoras, cañoneras y cargadores de celulares, por lo que la medición del consumo energético práctico de luminarias con el multímetro no fue posible, y la medición del consumo energético incluyó el consumo de luminarias y el consumo de los demás equipos conectados en los tomas de corriente. Sin embargo, a las 20:00 horas, ya sin estudiantes al realizar la medición del consumo, se determinó que era igual al consumo energético teórico, ya que no estaban conectadas computadoras, cañoneras, ni cargadores de celulares.



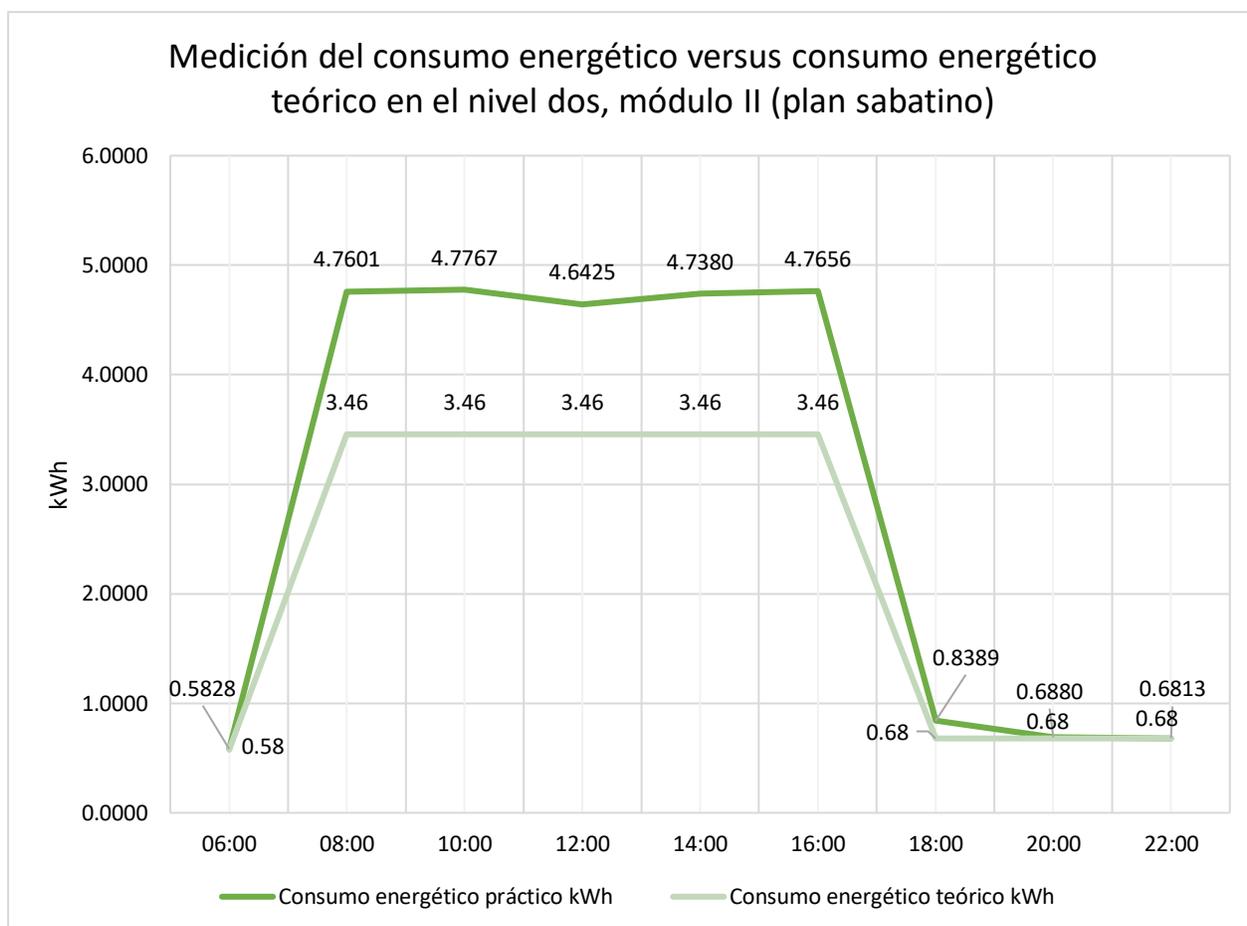
**Figura 12. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel dos, módulo I (plan sabatino).**

En el plan sabatino, el consumo energético inicia cuando se hace limpieza de las aulas a las seis de la mañana, al encender la iluminación de las aulas. Como se ha mencionado con anterioridad el consumo de energía también es debido a que estudiantes y docentes conectan computadoras, cañoneras y cargadores de celulares, lo que aumenta el consumo, reflejado en la línea verde del consumo energético práctico, con una separación de un kilowatt con la línea verde claro del consumo energético teórico. Además del consumo energético al utilizar las luminarias durante las clases, los estudiantes suelen almorzar en las aulas con la iluminación encendida, por lo que el consumo fue similar durante las clases como en la hora de almuerzo.



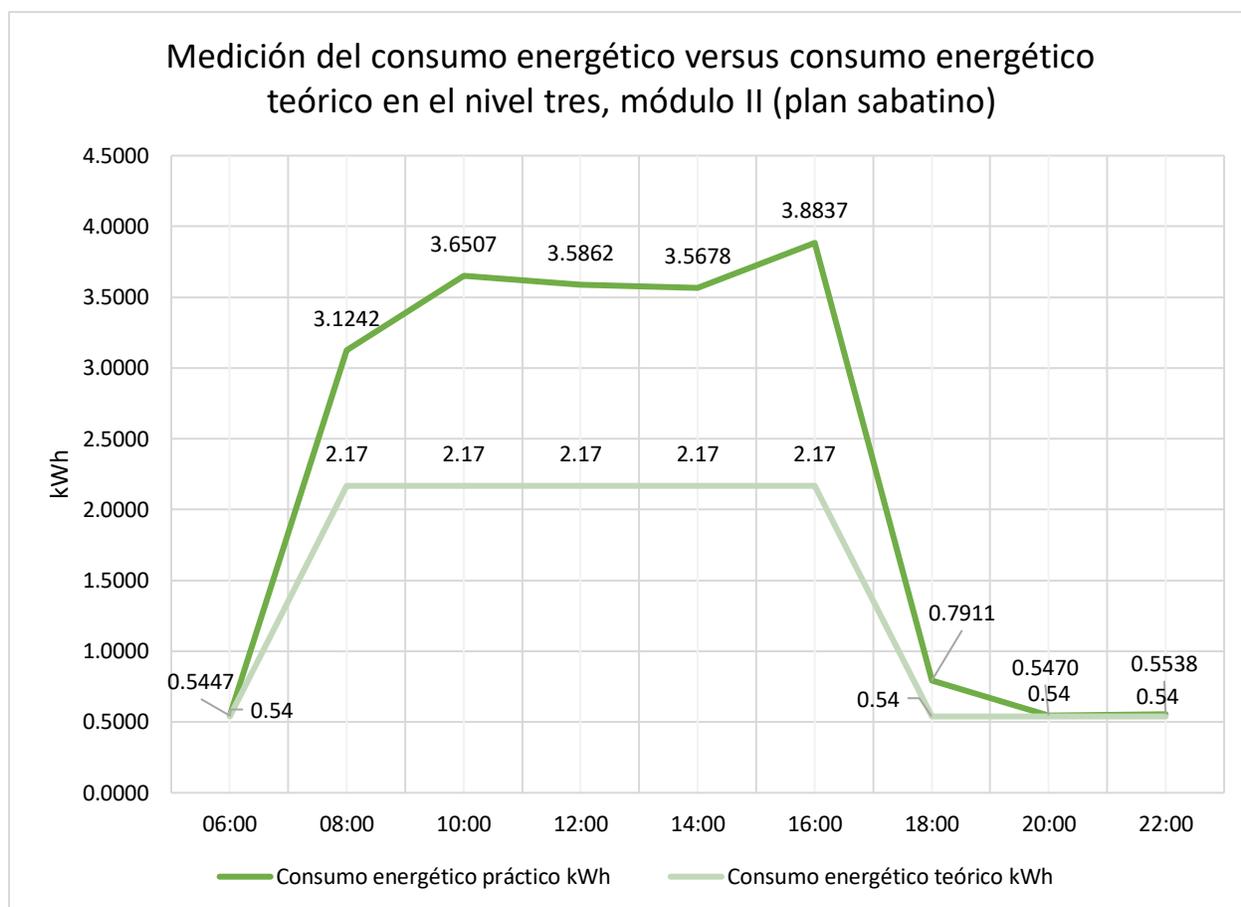
**Figura 13. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel uno, módulo II (plan sabatino).**

En la medición del consumo energético del nivel uno, módulo II, fue inferior que en el plan diario debido a que no se utilizan los laboratorios en plan sabatino, únicamente aulas donde además de utilizar las luminarias, conectan computadoras, cañoneras y cargadores de celulares, lo que hace que incremente el consumo energético. Sin embargo, en los laboratorios quedan funcionando equipos el fin de semana, como lo son refrigeradoras y en ocasiones incubadoras, cuando trabajan cultivos microbiológicos. El cambio de las actuales luminarias a luminarias eficientes, disminuirá el consumo energético en iluminación de un 30% al 40%.



**Figura 14. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel dos, módulo II (plan sabatino).**

En el nivel dos del módulo II, el consumo energético inicia desde antes de las 6:00 horas, con la limpieza de las aulas en plan sabatino, e incrementa en un kilowatt por hora en el inicio de las clases a las 7:00 horas, con la utilización de la iluminación, así como al utilizar computadoras, cañoneras y cargadores de celulares. Al finalizar las clases, el consumo energético continúa, aunque disminuye, debido a las luminarias de los pasillos del nivel y gradas del nivel dos al nivel tres, que son apagadas a las 5:30 horas del siguiente día.



**Figura 15. Medición del consumo energético versus consumo energético teórico en el nivel tres, módulo II (plan sabatino).**

La biblioteca en el plan sabatino funciona a partir de las 7:00 horas, consumiendo 5,047 kilowatts al año de energía eléctrica por 25 luminarias; además del consumo por equipo de aire acondicionado, computadoras y cargadores de celulares. A diferencia del plan diario, en el plan sabatino no se hace uso del salón de proyecciones, por lo que no hay consumo eléctrico adicional por iluminación o por conectar dispositivos electrónicos.

## 6.2 Propuesta a la problemática estudiada

Para poder presentar la siguiente propuesta para disminuir la demanda de consumo energético de luminarias en el Centro Universitario de Suroccidente se consideraron los criterios descritos en el del Cuadro 3., página 25.

### 6.2.1 Cambios de luminarias

En el siguiente cuadro se presentan las características principales de las luminarias propuestas con el propósito de reducir la demanda de consumo energético en el CUNSUROC, manteniendo la calidad de lúmenes de las luminarias actuales.

**Cuadro 6. Características principales de las luminarias propuestas para el CUNSUROC.**

| Características                       | Actual       | Propuesta | Resultado esperado  |
|---------------------------------------|--------------|-----------|---|
| Tipo                                  | Foco         | Foco      | 250 kW menos de demanda energética en 25,000 horas de uso   |
| Tecnología                            | Fluorescente | LED       |   |
| Marca                                 | Sylvania     | Sylvania  |   |
| Consumo (watts)                       | 25           | 15        |   |
| Flujo lumínico (lúmenes)              | 1,550        | 1,500     |   |
| Eficiencia energética (lúmenes/watts) | 62           | 100       | 0.2675 toneladas de CO <sub>2</sub> menos                   |
| Horas de vida útil                    | 10,000       | 25,000    |   |
| Tipo                                  | Foco         | Foco      | 990 kW menos de demanda energética en 18,000 horas de uso   |
| Tecnología                            | Fluorescente | LED       |   |
| Marca                                 | Sylvania     | Luxlite   |   |
| Consumo (watts)                       | 105          | 50        |   |
| Flujo lumínico (lúmenes)              | 6,000        | 5,000     |   |
| Eficiencia energética (lúmenes/watts) | 57.14        | 100       | 1.0593 toneladas de CO <sub>2</sub> menos                   |
| Horas de vida útil                    | 8,000        | 18,000    |   |
| Tipo                                  | Lámpara      | Lámpara   | 520 kW menos de demanda energética en 20,000 horas de uso   |
| Tecnología                            | Fluorescente | LED       |   |
| Marca                                 | Sylvania     | Light-tec |   |
| Consumo (watts)                       | 80           | 54        |   |
| Flujo lumínico (lúmenes)              | 5,000        | 5,550     |   |
| Eficiencia energética (lúmenes/watts) | 62.5         | 102       | 0.5564 toneladas de CO <sub>2</sub> menos                   |
| Horas de vida útil                    | 20,000       | 20,000    |   |
| Tipo                                  | Foco         | Lámpara   | 4,750 kW menos de demanda energética en 50,000 horas de uso |
| Tecnología                            | Mercurio     | LED       |   |
| Marca                                 | Philips      | Ligh-tec  |   |
| Consumo (watts)                       | 175          | 80        |   |
| Flujo lumínico (lúmenes)              | 7,400        | 9,920     |   |
| Eficiencia energética (lúmenes/watts) | 42.28        | 124       | 5.0825 toneladas de CO <sub>2</sub> menos                   |
| Horas de vida útil                    | 24,000       | 50,000    |   |

Los focos instalados actualmente, son fluorescentes, utilizados principalmente en pasillos con un consumo de 25 W con un promedio de 1,550 lúmenes, y en algunas aulas, pasillos y alumbrado de parqueos son utilizados de 105 W de 6,000 lúmenes, por lo que para reducir el consumo energético se propone un foco de tecnología de diodos de emisión de luz -LED- de 15 W y 1,500 lúmenes, y focos LED de 50 W y 5,000 lúmenes, reduciendo 10 W y 65 W por foco con un flujo luminoso similar, respectivamente.

En las aulas principalmente, son utilizadas lámparas con arreglo de dos tubos fluorescentes de 40 W, de 2,025 lúmenes a 3,350 lúmenes por tubo, proponiendo reemplazarlos por tubos LED de 18 W y 1,850 lúmenes, por lo que en luminarias con tubos fluorescentes de 2,025 lúmenes se podrían reemplazar cada tubo y comprometer 9% menos del flujo lumínico; mientras en luminarias con tubos fluorescentes de 3,350 lúmenes, se tendría que modificar la luminaria, agregando un tubo más, la luminaria tendría 5,550 lúmenes en total. Actualmente, se ha observado que han reemplazado algunos tubos fluorescentes de 3,350 lúmenes por tubos LED de 1,850 lúmenes sin un cambio visual notorio en la cantidad de luz en las aulas u oficinas.

En el paso vehicular y en parqueos, la iluminación utilizada es fluorescente, mercurio, sodio y Metalarc, la eficiencia energética de las dos últimas luminarias mencionadas, hizo que no fueran consideradas de reemplazar, sin embargo, las de tecnología de mercurio (175 W, 7,400 lúmenes) poseen eficiencia energética baja, de 42 lúmenes/watts respectivamente, y el reemplazo propuesto es una luminaria LED de 80 W y 9,920 lúmenes, una reducción de 95 W, con un flujo luminoso superior.

### **6.2.2 Resumen del consumo energético por tipo y tecnología de luminarias propuestas por área del CUNSUROC**

A continuación, se presenta el resumen del consumo energético mensual y anual, así como la huella de carbono en toneladas de las luminarias propuestas.

**Cuadro 7. Resumen del consumo energético por tipo y tecnología de luminarias propuestas por área del CUNSUROC.**

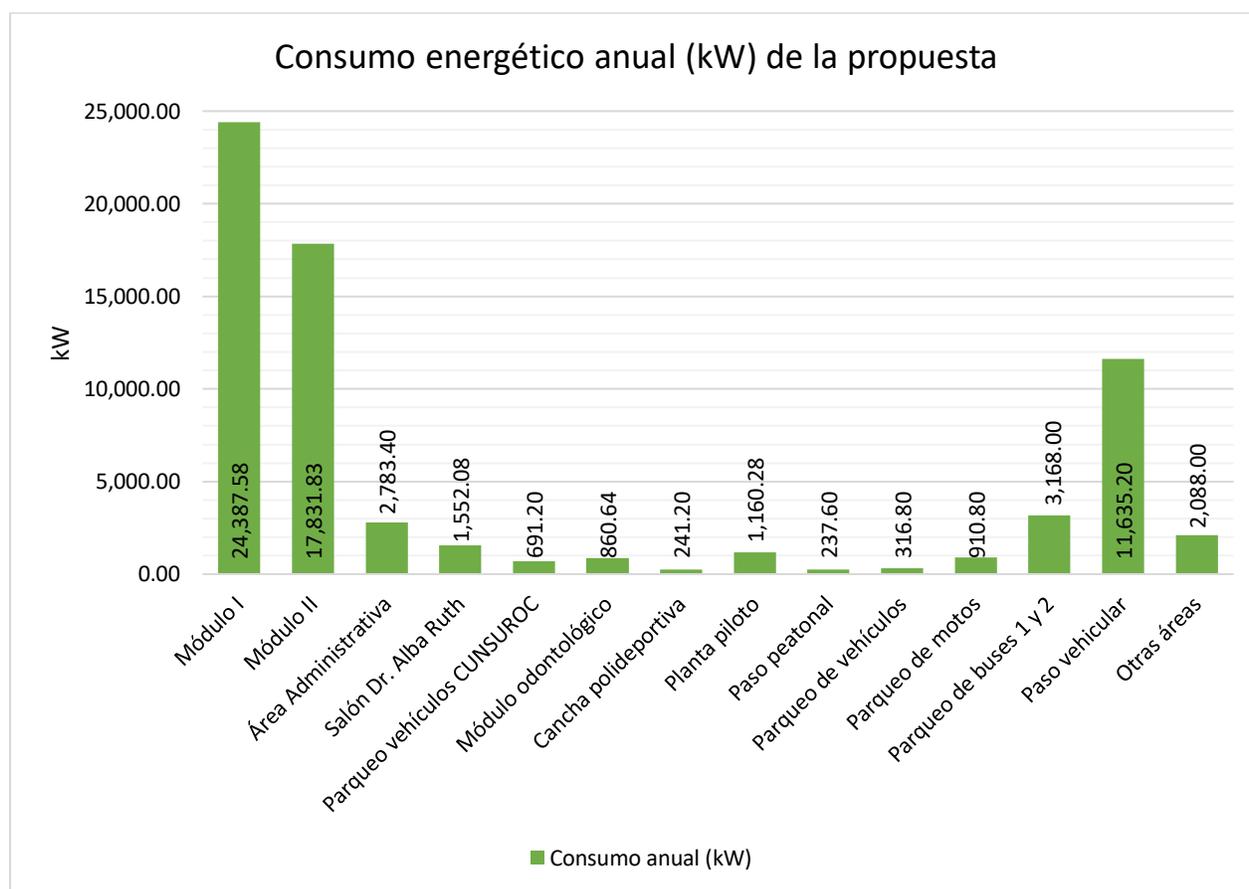
| Ubicación                  | Tipo    | Tecnología | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella carbono anual (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|----------------------------|---------|------------|---------------------|--------------------|---|
| Módulo I                   | Foco    | LED        | 234.57              | 2,814.89           | 3.0119                                      |
| Módulo I                   | Lámpara | LED        | 1,797.72            | 21,572.69          | 23.0828                                     |
| Módulo II                  | Foco    | LED        | 566.65              | 6,799.75           | 7.2757                                      |
| Módulo II                  | Lámpara | LED        | 919.34              | 11,032.08          | 11.8043                                     |
| Área administrativa        | Foco    | LED        | 190.77              | 2,289.24           | 2.4495                                      |
| Área administrativa        | Lámpara | LED        | 41.18               | 494.16             | 0.5288                                      |
| Salón Dra. Alba Ruth       | Foco    | LED        | 52.18               | 626.16             | 0.6700                                      |
| Salón Dra. Alba Ruth       | Lámpara | LED        | 77.16               | 925.92             | 0.9907                                      |
| Parqueo vehículos CUNSUROC | Foco    | LED        | 57.60               | 691.20             | 0.7396                                      |
| Módulo odontológico        | Foco    | LED        | 71.72               | 860.64             | 0.9209                                      |
| Cancha polideportiva       | Foco    | LED        | 18.00               | 216.00             | 0.2311                                      |
| Cancha polideportiva       | Foco    | Metalarc   | 2.10                | 25.20              | 0.0270                                      |
| Planta piloto              | Foco    | LED        | 54.07               | 648.84             | 0.6943                                      |
| Planta piloto              | Foco    | Metalarc   | 26.40               | 316.80             | 0.3390                                      |
| Planta piloto              | Lámpara | LED        | 16.22               | 194.64             | 0.2083                                      |
| Paso peatonal              | Foco    | LED        | 19.80               | 237.60             | 0.2542                                      |
| Parqueo de vehículos       | Foco    | LED        | 26.40               | 316.80             | 0.3390                                      |
| Parqueo de motos           | Foco    | LED        | 49.50               | 594.00             | 0.6356                                      |
| Parqueo de motos           | Lámpara | LED        | 26.40               | 316.80             | 0.3390                                      |
| Parqueo de buses 1 y 2     | Foco    | Sodio      | 264.00              | 3,168.00           | 3.3898                                      |
| Paso vehicular             | Foco    | LED        | 201.60              | 2,419.20           | 2.5885                                      |
| Paso vehicular             | Foco    | Sodio      | 720.00              | 8,640.00           | 9.2448                                      |
| Paso vehicular             | Foco    | Metalarc   | 48.00               | 576.00             | 0.6163                                      |
| Otras áreas                | Foco    | LED        | 126.00              | 1,512.00           | 1.6178                                      |
| Otras áreas                | Foco    | Metalarc   | 48.00               | 576.00             | 0.6163                                      |
| <b>Totales (kW)</b>        |         |            | <b>5,655.38</b>     | <b>67,864.61</b>   | <b>72.6151</b>                              |

Con la implementación de la propuesta, se reduciría el consumo energético mensual de 7,438.03 kW a 5,655.38, una reducción de 1,782.65 kW y Q 3,743.56 mensuales. Reemplazando todos los focos y lámparas fluorescentes que se utilizan en el CUNSUROC, además de los focos de mercurio que se utilizan en el alumbrado de parques y paso vehicular, por tecnología LED, que no solo representa una reducción en el consumo energético, y en el gasto económico, sino que también, esta tecnología es

amigable con el medio ambiente, ya que no poseen mercurio, ni metales pesados, que puedan contaminar el medio ambiente al momento de su desecho. Por otro lado, poseen hasta 2.5 veces más horas de vida útil, por ende, se generarían menos desechos de luminarias en comparación de tecnologías de menor cantidad de horas de vida útil.

### 6.2.3 Representación gráfica de los resultados

A continuación, se presenta la gráfica del consumo energético anual en kilowatts de la propuesta de luminarias eficientes.



**Figura 16. Consumo energético anual (kW) de luminarias de la propuesta en el CUNSUROC.**

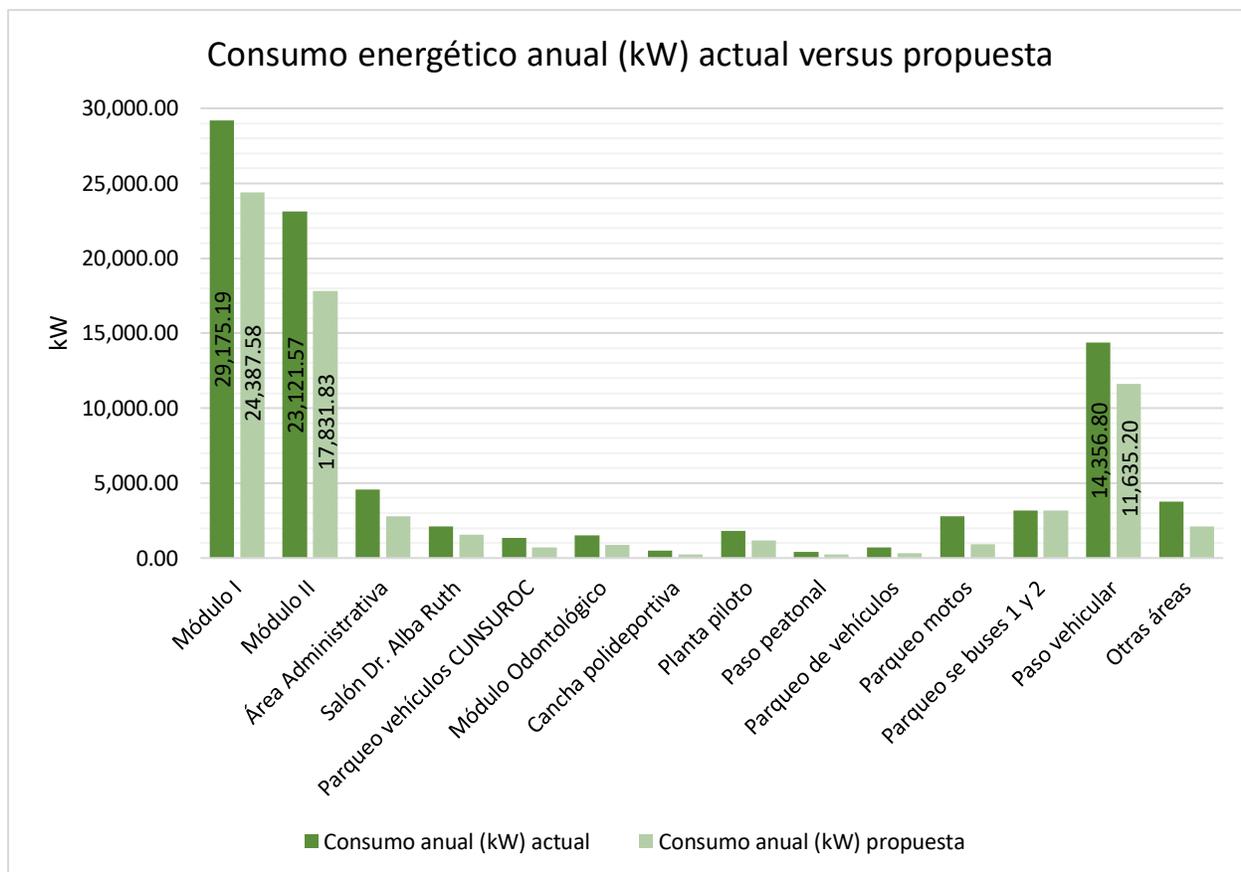
El cuadro que se encuentra a continuación, se comparan los consumos energéticos actuales y con la aplicación de la propuesta, en donde en algunos casos la reducción es de casi el 50% como en el módulo odontológico, y hasta del 73% en el parqueo de motos.

En áreas como el parqueo de buses 1 y 2, no se realizarán cambios debido que la iluminación actual es de alta eficiencia.

**Cuadro 8. Resumen del consumo energético actual versus el consumo energético de la propuesta.**

| Ubicación                  | Consumo anual (kW) actual | Ubicación                  | Consumo anual (kW) propuesta |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Módulo I                   | 29,175.19                 | Módulo I                   | 24,387.58                    |
| Módulo II                  | 23,121.57                 | Módulo II                  | 17,831.83                    |
| Área administrativa        | 4,574.39                  | Área administrativa        | 2,783.40                     |
| Salón Dra. Alba Ruth       | 2,099.42                  | Salón Dra. Alba Ruth       | 1,552.08                     |
| Parqueo vehículos CUNSUROC | 1,339.20                  | Parqueo vehículos CUNSUROC | 691.20                       |
| Módulo odontológico        | 1,527.24                  | Módulo odontológico        | 860.64                       |
| Cancha polideportiva       | 478.85                    | Cancha polideportiva       | 241.20                       |
| Planta piloto              | 1,803.51                  | Planta piloto              | 1,160.28                     |
| Paso peatonal              | 396.00                    | Paso peatonal              | 237.60                       |
| Parqueo de vehículos       | 693.00                    | Parqueo de vehículos       | 316.80                       |
| Parqueo motos              | 2,772.00                  | Parqueo de motos           | 910.80                       |
| Parqueo se buses 1 y 2     | 3,168.00                  | Parqueo de buses 1 y 2     | 3,168.00                     |
| Paso vehicular             | 14,356.80                 | Paso vehicular             | 11,635.20                    |
| Otras áreas                | 3,751.20                  | Otras áreas                | 2,088.00                     |
| <b>Totales (kW)</b>        | <b>89,256.37</b>          | <b>Totales (kW)</b>        | <b>67,864.61</b>             |

La comparación gráfica de la diferencia en el consumo energético anual en kilowatts de las luminarias instaladas actualmente y las luminarias eficientes propuestas, se presenta en la Figura 17., página 47.



**Figura 17. Consumo energético anual (kW) actual versus el consumo energético anual (kW) de la propuesta.**

#### 6.2.4 Determinación del ahorro energético

El ahorro energético estaría definido por la diferencia entre el consumo energético actual y el consumo energético de la propuesta.

$$\text{Ahorro energético} = \text{consumo actual} - \text{consumo de la propuesta}$$

$$\text{Ahorro energético} = 89,256.37 \text{ kW} - 67,864.61 \text{ kW} = \mathbf{21,391.76 \text{ kW}}$$

El ahorro energético de implementar la propuesta sería de 21,391.76 kW, implica que habría una reducción del pago económico que realiza el CUNSUROC, monto que serviría para recuperar la inversión realizada, y para invertir en otros proyectos.

### 6.2.5 Cálculo de la huella de carbono del sistema de luminarias actual y de la propuesta a la problemática estudiada

La huella de carbono está definida por las toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitidas por el consumo energético de las luminarias instaladas actualmente en el CUNSUROC, y de las luminarias propuestas.

$$\text{Toneladas de CO}_2 = K \times \text{consumo energético}$$

Donde:

K= Constante con un valor de 0.001070 toneladas de dióxido de carbono, según el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.

Consumo energético= En kilowatts consumidos en un año.

Siendo los resultados de la emisión y reducción de dióxido de carbono los siguientes:

#### a. Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidos actualmente

Se utilizó el consumo energético anual de las luminarias instaladas actualmente de 89,256.37 kW.

Toneladas de CO<sub>2</sub>= 0.001070 x 89,256.37 kW = **95.5043** toneladas de dióxido de carbono actualmente emitidas en un año, al medio ambiente.

#### b. Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidos por la propuesta

Se utilizó el consumo energético anual de las luminarias propuestas de 67,864.61 kW.

Toneladas de CO<sub>2</sub>= 0.001070 x 67,864.61 kW = **72.6151** toneladas de dióxido de carbono que serían emitidas con la aplicación de la propuesta en un año.

#### c. Reducción de CO<sub>2</sub> al aplicar la propuesta

La reducción de CO<sub>2</sub>, está definido por la diferencia entre las toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas actualmente y las toneladas emitidas por la aplicación de la propuesta de luminarias eficientes.

Reducción de CO<sub>2</sub>= 95.5043 ton CO<sub>2</sub> - 72.6151 ton CO<sub>2</sub> = **22.8892** toneladas de dióxido de carbono anuales se reducirían al aplicar cambios en luminarias conforme a la propuesta.

Este aspecto ambiental es fundamental, en cuanto al cumplimiento de la política ambiental de esta casa de estudios, pudiendo reducir 22.8892 toneladas de dióxido de carbono anualmente, dejando de liberarse al medio ambiente.

### 6.3 Análisis económico de la propuesta a la problemática estudiada

#### 6.3.1 Inversión de la propuesta a la problemática estudiada

En el Cuadro 9. se describe la inversión económica de luminarias eficientes de tecnología LED, tanto para el interior de salones como para el exterior en parqueos y pasos vehiculares.

#### Cuadro 9. Inversión económica de la propuesta a la problemática estudiada.

| Cantidad     | Descripción  | Proveedor | Costo unitario | Costo total        |
|--------------|--|-----------|----------------|--------------------|
| 165          | Foco Sylvania LED de 15 W, 1500 lúmenes, 15000 horas de vida útil                    | CELASA    | Q 26.20        | Q 4,323.00         |
| 49           | Foco Luxlite LED de 50 W, 50000 lúmenes, 18000 horas de vida útil                    | CELASA    | Q 123.09       | Q 6,031.41         |
| 699          | Tubo Ligh-tec LED de 18 W 1850 lúmenes, 50000 horas de vida útil                     | CELASA    | Q 26.76        | Q 18,705.24        |
| 5            | Lámpara Light-tec LED alumbrado público 80 W, 9920 lúmenes, 20000 horas de vida útil | CELASA    | Q 1,729.43     | Q 8,647.15         |
| 233          | Listón Electro Ensamblados para un tubo LED de 48"                                   | CELASA    | Q 35.81        | Q 8,343.73         |
| <b>Total</b> |  |           |                | <b>Q 46,050.53</b> |

La inversión económica para reducir el consumo energético de las luminarias del CUNSUROC es de Q46,050.53, lo que incluye las luminarias entre ellos focos, lámparas de tecnología LED y bases tipo listón para el arreglo 3 x 18 W de las lámparas. No está incluida la mano de obra, debido a que el centro cuenta con un electricista y personal de

mantenimiento. La inversión se recuperaría con el ahorro económico que se tendría al implementar la propuesta. Ver cotización en el Anexo 9.9., página 97.

### 6.3.2 Costo económico teórico por el consumo energético en un año

El costo económico por el consumo energético se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo económico teórico} = \text{Consumo energético} \times \text{costo kW/h}$$

**Costo económico teórico actual** = 89,256.37 kW x Q2.10 kW/h = **Q187,733.53** es el costo económico teórico actual de las luminarias instaladas en el CUNSUROC en un año.

**Costo económico teórico de la propuesta** = 67,864.61 kW x Q2.10/kW = **Q142,515.68** sería el costo económico teórico de la propuesta de las luminarias el CUNSUROC en un año.

Por ende, el beneficio económico sería:

$$\text{Beneficio económico} = \text{Ahorro energético} \times \text{costo kW/h}$$

Calculando:

**Beneficio económico** = 21,391.76 kW x Q2.10/kW = **Q44,922.69** por año sería el ahorro económico al implementar la propuesta.

El costo económico del kilowatt/hora es el cobrado por parte del proveedor de energía eléctrica, presente en las facturas que recibe mensualmente el CUNSUROC. Por la cantidad de energía consumida actualmente no es posible ni con la implementación de las luminarias LED propuestas reducir el costo económico del kW/h, pero si, reducir el consumo energético y por ende el costo económico de la energía eléctrica consumida, ya que, con el beneficio económico, es posible recuperar la inversión realizada.

### 6.3.3 Evaluación del ahorro económico de la vida útil de luminarias

Para evaluar el ahorro económico de la vida útil de las luminarias se aplicó el mínimo común múltiplo a las horas de vida útil de la luminaria actual y de la propuesta, con el propósito de crear un punto de equivalencia de un periodo de horas de funcionamiento, para comparar la cantidad de compras por tecnología de luminaria y el costo total de la compra de las mismas. Ver Cuadro 10., en la página 51.

**Cuadro 10. Evaluación del ahorro económico de la vida útil de luminarias.**

|  | Actual  | Propuesta                                  |
|--|---|--|
| Descripción  | Foco fluorescente Sylvania de 25W/1,600 lúmenes | Foco LED Sylvania 15Ww/1,500 lúmenes       |
| Horas de vida útil                                 | 10,000  | 25,000                                     |
| Cantidad de compras en el periodo de 50,000 horas  | 5   | 2  |
| Costo total de las compras                         | Q112.25   | Q53.52                                     |
| Descripción  | Foco fluorescente Luxlite de 105W/6,000 lúmenes | Foco LED Luxlite de 50W/50,000 lúmenes     |
| Horas de vida útil                                 | 8,000   | 18,000                                     |
| Cantidad de compras en el periodo de 72,000 horas  | 9   | 4  |
| Costo total de las compras                         | Q747.00   | Q492.36                                    |
| Descripción  | Tubo fluorescente Sylvania de 40W/2,500 lúmenes | Tubo LED Light-tec de 18W/1,850 lúmenes    |
| Horas de vida útil                                 | 20,000  | 20,000                                     |
| Cantidad de compras en el periodo de 20,000 horas  | 1   | 1  |
| Costo total de las compras                         | Q5.93   | Q26.76                                     |
| Descripción  | Foco de mercurio Philips de 175W/7,400 lúmenes  | Lámpara LED Light-tec de 80W/9,920 lúmenes |
| Horas de vida útil                                 | 24,000  | 50,000                                     |
| Cantidad de compras en el periodo de 600,000 horas | 25  | 12   |
| Costo total de las compras                         | Q1,083.25                                       | Q20,753.16                                 |

El costo económico por el reemplazo de las luminarias es importante a lo largo del tiempo, y va anudado a la cantidad de horas de vida útil. Una de las características de la tecnología LED, es que tienden a tener mayor cantidad de horas de vida útil que las demás tecnologías, va de 18,000 a 50,000 horas, mientras que la tecnología fluorescente

va de 8,000 a 20,000 horas, por lo que en la mayoría de los casos es más rentable el reemplazo de luminarias LED, además del ahorro energético que proporcionan. En el caso de los focos fluorescentes de 25 W con 10,000 horas de vida útil, en un tiempo de 50,000 horas de uso, se tendrían que comprar cinco focos, mientras que únicamente se comprarían dos focos LED de 15 W de 25,000 horas, además del ahorro energético de 500 kW, equivalente a unos Q1,050.00 de ahorro económico.

#### **6.3.4 Periodo simple de retorno de la inversión -PSRI-**

El periodo simple de retorno de la inversión es un valor calculado, dividiendo la inversión realizada entre el ahorro económico por aplicar la propuesta de luminarias eficientes.

$$\text{PSRI} = \text{Inversión en quetzales} \div \text{ahorro económico}$$

$$\text{Inversión} = \text{Q}46,050.53$$

$$\text{Ahorro económico} = \text{Q}44,922.69$$

$$\text{PSRI} = \text{Q}46,050.53 \div \text{Q}44,922.69 = \mathbf{1.0251 \text{ años}}$$

Según la ingeniera Lucrecia Vela, docente del curso de Producción Limpia en la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, el tiempo recomendable para recuperar la inversión de un proyecto de aumento en la eficiencia energética y por ende reducción del consumo energético es 1.5 años, en este caso, la inversión se recuperaría en 1.0251 años, equivalente a 12 meses y nueve días. Por lo que después de ese tiempo, el ahorro económico, debido a la reducción del consumo energético, podría servir para otros proyectos con carácter ambiental.

#### **6.3.5 Resumen comparativo del costo económico teórico, demanda energética, huella de carbono de las luminarias actuales y propuestas**

En el siguiente cuadro se presenta el resumen comparativo del costo económico teórico, demanda energética, inversión económica de la propuesta, PSRI, huella de carbono de las luminarias actuales y propuestas.

**Cuadro 11. Resumen comparativo del costo económico teórico, demanda energética, huella de carbono de las luminarias actuales y propuestas.**

|  | Actual                | Propuesta   |
|--|-----------------------|-------------|
| Costo económico teórico anual                            | Q187,733.53           | Q142,515.68 |
| Demanda energética (kW) anual                            | 89,256.37             | 67,864.61   |
| Huella de carbono (toneladas de CO <sub>2</sub> )        | 95.5043               | 72.6151     |
| Inversión económica de la implementación de la propuesta | Q46,050.53            |             |
| Periodo simple de retorno de la inversión                | 12 meses y nueve días |             |

El Cuadro 11, muestra un resumen comparativo de luminarias actuales y propuestas, lo que facilita la toma de decisión, debido a que la propuesta representa un ahorro económico y reducción de la huella de carbono del 24.09%, mientras que la inversión económica se recuperaría en 12 meses con nueve días, luego de ese tiempo, el ahorro económico podría servir para proyectos ambientales dentro del CUNSUROC.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1 El consumo energético del CUNSUROC actualmente representa un 57.62% de lo facturado por la empresa distribuidora de energía eléctrica, el 42.38% restante, es debido al uso de equipo de cómputo, motores eléctricos y equipos de aire acondicionado, la demanda energética promedio mensual del CUNSUROC es de 12,908 kilowatts (kW).
- 6.2 La demanda actual de consumo energético del CUNSUROC es de 7,438.03 kW mensuales y 89,256.37 kW anuales de 734 luminarias instaladas, en aulas, oficinas, baños, clínicas, salones de usos múltiples, pasillos, parqueos y pasos vehiculares, lo que representa un costo económico anual de Q187,733.53. Los mayores consumos energéticos están en el módulo I con 29,175.19 kW de 276 luminarias y módulo II con 23,121.57 kW de 278 luminarias.
- 6.3 En el módulo I el mayor consumo es de 16,478.98 kW por lámparas fluorescentes. La tecnología fluorescente tiene una eficiencia energética de 60 lúmenes emitidos por watts consumido, menor que tecnologías más eficientes, además de ello, contienen mercurio, un elemento químico tóxico para el ser humano y la fauna. Otra luminaria instalada en el CUNSUROC en parqueos y paso vehicular es la tecnología de presión de mercurio con un consumo de 175 W y una eficiencia energética de 40.28 lúmenes por watts. Además de ello la tecnología fluorescente posee aproximadamente la mitad de horas de vida de una luminaria LED, por lo que, en una determinada cantidad de horas de uso, se deberá de comprar más luminarias fluorescentes que LED.
- 6.4 La huella de carbono de la demanda energética actual de las luminarias es de 95.5043 toneladas de dióxido de carbono emitido anualmente, por lo que reducir el consumo energético, reduciría la huella de carbono del centro a 72.6151 toneladas de dióxido de carbono, 22.8892 toneladas de dióxido de carbono menos, 23.97% menos, lo que equivale a 2,400 árboles captando cada uno 10 kilogramos de dióxido de carbono al año.

6.5 La propuesta de eficiencia energética para el CUNSUROC, presenta luminarias de diodos de emisión de luz -LED-, con eficiencia energética de 100 a 124 lúmenes por watts, para reemplazar focos y lámparas fluorescentes, de aulas, oficinas, baños y pasillos, y para reemplazar focos de mercurio en parqueos y pasos vehiculares. El costo de la inversión es de Q 46,050.53, sin embargo, el beneficio económico anual, debido al ahorro energético al implementar la propuesta es de Q 44,922.69, lo que permite recuperar la inversión en 12 meses y nueve días, siendo factible económicamente la propuesta.

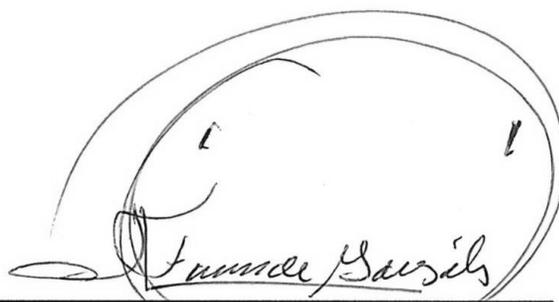
## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1 Separar los circuitos eléctricos de iluminación con los de tomas de corriente, no solo para realizar mediciones correctas, sino que también por seguridad, al desconectar circuitos eléctricos debido al mantenimiento o reparación de luminarias o tomas de corriente.
- 7.2 Investigar nuevas tecnologías de iluminación tanto para interior como para el exterior, las cuales puedan reemplazar iluminación eficiente pero dañina para el ser humano y el medio ambiente, al momento de desecharla, como los focos de metalarc utilizados para alumbrado de parqueos y pasos vehiculares, que contienen diversos elementos químicos tóxicos como el mercurio.
- 7.3 Para realizar la implementación de la propuesta, se puede considerar recibir a un practicante de la carrera técnica de Perito en Electricidad, de un centro educativo.
- 7.4 Realizar capacitaciones y/o talleres sobre el uso eficiente de la energía eléctrica, para sensibilizar a los estudiantes y personal de trabajo sobre el uso eficiente de la iluminación, equipo de cómputo, equipos de aires acondicionados, entre otros equipos que requieran el uso de energía eléctrica.
- 7.5 Realizar acercamientos con la Facultad de Ingeniería del Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala u otra universidad, para que un estudiante de Ingeniería Eléctrica realice como trabajo de graduación, el estudio de la calidad energética de los circuitos eléctricos del CUNSUROC.
- 7.6 Dar prioridad a la compra de equipo electrónico de alta eficiencia eléctrica, para reducir el consumo de energía, por su uso.
- 7.7 Evaluar si el flujo lumínico es el adecuado para las actividades realizadas en las aulas, oficinas, pasillos y parqueos en el CUNSUROC.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aranda, A., Barrio, F., García, M., y Alcalde, E. (2014). *Sistemas de gestión de la energía ISO 50001 (Serie energías renovables)*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
2. Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. (2011). *Guía práctica para la eficiencia energética en el sector público guatemalteco*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
3. Chapa, J. (1990). *Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría*. (1a. ed.). México: Editorial Limusa.
4. Congreso de la República de Guatemala. (1993). *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala.
5. Det Norske Veritas. (2018). *Auditoria energética y diagnóstico energético*. Recuperado el 12 de Abril de 2019, de <https://www.dnvgl.es/services/auditoria-energetica-y-diagnostico-energetico-54024>
6. García, V., González, J., y González, J. (2014). *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior*. (1a. ed.). Málaga, España: IC Editorial.
7. Google Maps. (2018). *Coordenadas de ubicación del CUNSUROC*. Recuperado el 17 de Marzo de 2018, de <https://www.google.com.gt/maps/place/CUNSUROC/@14.5289483,-91.5233537,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x858ec2762aaae871:0x91f94c3244dbed1b!8m2!3d14.5289431!4d-91.521165?hl=es&authuser=0>
8. Martínez, A. (2006). *Disminución de costes energéticos en la empresa: tecnologías y estrategias para el ahorro y la eficiencia energética*. Madrid, España: FC Editorial.
9. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2006). *Ortofotos de la República de Guatemala*. Guatemala: Instituto Geográfico Nacional.

10. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Política Nacional de Producción Más Limpia*. Guatemala: Congreso de la República de Guatemala.
11. Moreno, J., García, C., y Lasso, D. (2010). *Instalaciones eléctricas interiores*. (3a. ed.). Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
12. Organización Latinoamericana de Energía. (2016). *Eficiencia energética*. Recuperado el 09 de Julio de 2018, de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0356.pdf>
13. Rey, F., Rey, J., y Velasco, E. (2018). *Eficiencia energética de los edificios. Certificación energética*. (1a. ed.). Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
14. Sánchez, S. (2015). *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior*. España: Editorial Elearning.
15. Zabalza, I., Díaz, S., y Barrio, R. (2010). *Técnicas para la elaboración de auditorías energéticas en el sector industrial (Serie eficiencia energética)*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.



---

Licda. Ana Teresa de González  
Vo. Bo. Bibliotecaria CUNSUROC



## IX. ANEXOS

### Anexo 9.1. Boleta de entrevista sobre horario de uso de las luminarias.



#### Boleta de entrevista

#### Horario de uso de las luminarias

Área: \_\_\_\_\_ Oficina/Aula: \_\_\_\_\_

Módulo: \_\_\_\_\_ Nivel: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_

1. ¿En qué horario hacen uso de la iluminación en este espacio de trabajo?
  
2. Al terminar las clases o su jornada de trabajo, ¿apagan la luz?
  - a) Si
  - b) No

Nota: Con la boleta se entrevistaron a 347 personas en el CUNSUROC, para ello se determinó el tamaño de la muestra, ver Anexo 9.10., página 98.

## Anexo 9.2. Horarios de uso de salones de usos múltiples del CUNSUROC.

**Cuadro 12. Horario de uso del salón de usos múltiples Dra. Alba Ruth en los meses de enero a noviembre 2018.**

| Enero                                   |               |                                |
|---|---------------|--------------------------------|
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 22-01-2018                              | 14:00 a 16:00 | 0                              |
| Febrero                                 |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 05-02-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 06-02-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 09-02-2018                              | 08:00 a 15:00 | 0                              |
| 09-02-2018                              | 16:00 a 21:00 | 4                              |
| 22-02-2018                              | 16:00 a 21:00 | 4                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 14                             |
| Marzo                                   |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 02-03-2018                              | 15:00 a 18:00 | 1                              |
| 04-03-2018                              | 07:00 a 14:00 | 0                              |
| 05-03-2018                              | 15:00 a 17:00 | 0                              |
| 06-03-2018                              | 14:00 a 21:00 | 4                              |
| 15-03-2018                              | 14:00 a 17:00 | 0                              |
| 21-03-2018                              | 15:00 a 18:00 | 1                              |
| 22-03-2018                              | 15:00 a 18:00 | 1                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 7                              |
| Abril                                   |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 07-04-2018                              | 09:00 a 12:00 | 0                              |
| 12-04-2018                              | 18:00 a 20:00 | 2                              |
| 13-04-2018                              | 14:00 a 18:00 | 1                              |
| 14-04-2018                              | 09:00 a 12:00 | 0                              |
| 18-04-2018                              | 16:00 a 20:00 | 3                              |
| 19-04-2018                              | 16:00 a 20:00 | 3                              |
| 20-04-2018                              | 12:00 a 21:00 | 4                              |
| 21-04-2018                              | 09:00 a 12:00 | 0                              |
| 24-04-2018                              | 16:00 a 21:00 | 4                              |
| 25-04-2018                              | 14:00 a 21:00 | 4                              |
| 26-04-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 27-08-2018                              | 14:00 a 21:00 | 4                              |
| 28-04-2018                              | 09:00 a 12:00 | 0                              |
| 30-04-2018                              | 13:00 a 17:30 | 0.5                            |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 28.5                           |

| Mayo                                    |               |                                |
|---|---------------|--------------------------------|
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 03-05-2018                              | 14:00 a 18:00 | 1                              |
| 04-05-2018                              | 07:00 a 17:00 | 0                              |
| 05-05-2018                              | 07:00 a 12:00 | 0                              |
| 07-05-2018                              | 18:00 a 19:00 | 1                              |
| 07-05-2018                              | 19:00 a 21:00 | 2                              |
| 11-05-2018                              | 17:00 a 21:00 | 4                              |
| 15-05-2018                              | 15:00 a 21:00 | 4                              |
| 18-05-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 20-05-2018                              | 10:00 a 14:00 | 0                              |
| 21-05-2018                              | 17:00 a 21:00 | 4                              |
| 22-05-2018                              | 17:00 a 20:00 | 3                              |
| 23-05-2018                              | 16:00 a 19:00 | 2                              |
| 24-05-2018                              | 16:00 a 19:00 | 2                              |
| 25-05-2018                              | 14:00 a 20:00 | 3                              |
| 29-05-2018                              | 16:00 a 19:00 | 2                              |
| 30-05-2018                              | 16:00 a 19:00 | 2                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 33                             |
| Junio                                   |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 02-06-2018                              | 08:00 a 12:00 | 0                              |
| 10-06-2018                              | 07:00 a 16:00 | 0                              |
| Julio                                   |               |                                |
| 11-07-2018                              | 14:00 a 20:00 | 3                              |
| 12-07-2018                              | 14:00 a 20:00 | 3                              |
| 13-07-2018                              | 14:00 a 20:00 | 3                              |
| 30-07-2018                              | 18:00 a 21:20 | 3.33                           |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 12.33                          |
| Agosto                                  |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 01-08-2018                              | 14:00 a 21:20 | 3.33                           |
| 02-08-2018                              | 14:00 a 21:20 | 3.33                           |
| 03-08-2018                              | 17:00 a 21:00 | 3                              |
| 15-08-2018                              | 17:00 a 18:00 | 1                              |
| 16-08-2018                              | 08:00 a 18:00 | 1                              |
| 17-08-2018                              | 16:00 a 21:00 | 4                              |
| 18-08-2018                              | 12:45 a 17:30 | 0.5                            |
| 21-08-2018                              | 07:00 a 17:00 | 0                              |
| 22-08-2018                              | 07:00 a 17:00 | 0                              |
| 23-08-2018                              | 08:00 a 18:00 | 1                              |
| 28-08-2018                              | 14:00 a 21:00 | 4                              |
| 30-08-2018                              | 12:00 a 20:00 | 3                              |
| 31-08-2018                              | 19:00 a 21:00 | 2                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 26.13                          |

| Septiembre                              |               |                                |
|---|---------------|--------------------------------|
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 07-09-2018                              | 15:00 a 21:00 | 4                              |
| 11-09-2018                              | 16:00 a 21:00 | 4                              |
| 12-09-2018                              | 18:00 a 20:00 | 2                              |
| 21-09-2018                              | 16:00 a 21:00 | 4                              |
| 24-09-2018                              | 15:00 a 21:00 | 4                              |
| 25-09-2018                              | 17:30 a 19:30 | 2                              |
| 26-09-2018                              | 14:30 a 18:00 | 1                              |
| 27-09-2018                              | 17:00 a 22:00 | 5                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 26                             |
| Octubre                                 |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 11-10-2018                              | 14:00 a 18:00 | 1                              |
| 12-10-2018                              | 17:00 a 21:00 | 4                              |
| 14-10-2018                              | 11:00 a 18:00 | 1                              |
| 15-10-2018                              | 07:30 a 19:00 | 2                              |
| 16-10-2018                              | 07:30 a 19:00 | 2                              |
| 17-10-2018                              | 07:30 a 19:00 | 2                              |
| 25-10-2018                              | 15:00 a 18:00 | 1                              |
| 26-10-2018                              | 16:00 a 18:00 | 1                              |
| 29-10-2018                              | 16:00 a 21:30 | 4.5                            |
| 30-10-2018                              | 16:00 a 18:00 | 1                              |
| 31-10-2018                              | 08:00 a 22:00 | 3                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 22.5                           |
| Noviembre                               |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 06-11-2018                              | 14:00 a 21:00 | 4                              |
| 07-11-2018                              | 17:00 a 21:00 | 4                              |
| 08-11-2018                              | 17:00 a 21:00 | 4                              |
| 09-11-2018                              | 17:00 a 22:00 | 5                              |
| 10-11-2018                              | 15:30 a 18:00 | 1                              |
| 12-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 1                              |
| 16-11-2018                              | 16:00 a 21:00 | 4                              |
| 20-11-2018                              | 16:00 a 18:00 | 1                              |
| 21-11-2018                              | 16:00 a 18:00 | 1                              |
| 22-11-2018                              | 16:00 a 18:00 | 1                              |
| 23-11-2018                              | 16:00 a 18:00 | 1                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 27                             |

**Nota:** Se tomó de referencia de inicio de uso de la iluminación en el salón de usos múltiples Dra. Alba Ruth Maldonado de Martínez, a las 17:00 horas, que es la hora usual en que se utilizan en este salón.

**Cuadro 13. Horario de uso del salón de usos múltiples de proyecciones en los meses de enero a noviembre 2018.**

| Enero                                   |               |                                |
|---|---------------|--------------------------------|
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 27-01-2018                              | 07:00 a 10:30 | 0                              |
| Febrero                                 |               |                                |
| 22-02-2018                              | 16:00 a 17:00 | 1                              |
| 24-02-2018                              | 09:00 a 13:00 | 0                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 1                              |
| Marzo                                   |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 08-03-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 21-03-2018                              | 15:30 a 16:30 | 0.5                            |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 3.5                            |
| Abril                                   |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 11-04-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 13-04-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 14-04-2018                              | 15:00 a 18:00 | 2                              |
| 18-04-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 20-04-2018                              | 13:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 20-04-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 21-04-2018                              | 13:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 23-04-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 25-04-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 26-04-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 25                             |
| Mayo                                    |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 04-05-2018                              | 07:00 a 17:00 | 1                              |
| 08-05-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 09-05-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 11-05-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 14-05-2018                              | 14:30 a 16:30 | 0.5                            |
| 14-05-2018                              | 18:00 a 20:00 | 2                              |
| 15-05-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 16-05-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 17-05-2018                              | 14:30 a 16:30 | 0.5                            |
| 21-05-2018                              | 14:30 a 17:30 | 1.5                            |
| 21-05-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 23-05-2018                              | 15:00 a 17:00 | 1                              |
| 25-05-2018                              | 16:00 a 19:00 | 3                              |
| 29-05-2018                              | 14:30 a 17:30 | 1.5                            |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 25                             |

| Julio                                   |               |                                |
|---|---------------|--------------------------------|
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 08-07-2018                              | 09:00 a 12:00 | 0                              |
| 10-07-2018                              | 14:30 a 17:30 | 1.5                            |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 1.5                            |
| Agosto                                  |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 02-08-2018                              | 08:00 a 18:00 | 2                              |
| 11-08-2018                              | 13:30 a 17:00 | 1                              |
| 17-08-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 21-08-2018                              | 17:00 a 21:00 | 4                              |
| 22-08-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 23-08-2018                              | 08:00 a 18:00 | 2                              |
| 27-08-2018                              | 16:00 a 18:00 | 2                              |
| 28-08-2018                              | 16:00 a 18:00 | 2                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 18                             |
| Septiembre                              |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 05-09-2018                              | 16:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 07-09-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 11-09-2018                              | 17:00 a 18:00 | 1                              |
| 18-09-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 20-09-2018                              | 15:00 a 18:00 | 2                              |
| 21-09-2018                              | 14:30 a 16:30 | 0.5                            |
| 26-09-2018                              | 14:30 a 18:00 | 2                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 12                             |
| Octubre                                 |               |                                |
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 04-10-2018                              | 14:30 a 17:30 | 1.5                            |
| 05-10-2018                              | 14:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 06-10-2018                              | 15:00 a 17:00 | 1                              |
| 10-10-2018                              | 14:30 a 17:30 | 1.5                            |
| 11-10-2018                              | 07:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 12-10-2018                              | 07:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 12-10-2018                              | 14:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 14-10-2018                              | 08:00 a 10:00 | 0                              |
| 14-10-2018                              | 07:00 a 15:00 | 0                              |
| 15-10-2018                              | 14.30 a 16:30 | 0.5                            |
| 16-10-2018                              | 14.30 a 16:30 | 0.5                            |
| 17-10-2018                              | 09:30 a 12:30 | 0                              |
| 18-10-2018                              | 16:00 a 21:00 | 5                              |
| 25-10-2018                              | 16:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 26-10-2018                              | 14:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 29-10-2018                              | 12:00 a 21:00 | 5                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 24                             |

| Noviembre                               |               |                                |
|---|---------------|--------------------------------|
| Fecha                                   | Horario       | Horas de uso de la iluminación |
| 04-11-2018                              | 07:00 a 13:00 | 0                              |
| 05-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 06-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 07-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 08-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 08-11-2018                              | 18:00 a 21:00 | 3                              |
| 09-11-2018                              | 14:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 09-11-2018                              | 18:00 a 20:30 | 2.5                            |
| 10-11-2018                              | 07:00 a 15:00 | 0                              |
| 11-11-2018                              | 07:00 a 11:30 | 0                              |
| 12-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 13-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 14-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 15-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| 16-11-2018                              | 14:00 a 17:30 | 1.5                            |
| 17-11-2018                              | 07:00 a 13:00 | 0                              |
| 19-11-2018                              | 14:00 a 17:00 | 1                              |
| 20-11-2018                              | 14:00 a 18:00 | 2                              |
| Total de horas de uso de la iluminación |               | 27.5                           |

**Nota:** Se tomó de referencia de inicio de uso de la iluminación en el salón de usos múltiples de proyecciones, a las 16:00 horas, que es la hora usual en que se utilizan en este salón.

**Cuadro 14. Total de horas de uso anual, mensual y diario de la iluminación en los salones de usos múltiples del CUNSUROC.**

| Mes                         | Salones de usos múltiples |              |
|-----------------------------|---------------------------|--------------|
|                             | Dra. Alba Ruth            | Proyecciones |
| Enero                       | 0                         | 0            |
| Febrero                     | 14                        | 1            |
| Marzo                       | 7                         | 3.5          |
| Abril                       | 28.5                      | 25           |
| Mayo                        | 33                        | 25           |
| Junio                       | 0                         | 0            |
| Julio                       | 12.33                     | 1.5          |
| Agosto                      | 26.13                     | 18           |
| Septiembre                  | 26                        | 12           |
| Octubre                     | 22.5                      | 24           |
| Noviembre                   | 27                        | 27.5         |
| Total                       | 196.46                    | 137.5        |
| Promedio diario (365 días)  | 0.5382                    | 0.3767       |
| Promedio mensual (12 meses) | 16.3716                   | 11.4583      |

**Anexo 9.3. Medición del voltaje y amperaje en paneles eléctricos del CUNSUROC.**

**Figura 18. Durante la utilización de multímetro para medición de amperaje y voltaje en paneles de control eléctrico.**

**Anexo 9.4. Consumo energético facturado de enero a diciembre 2018.**

**Cuadro 15. Consumo energético facturado de enero a diciembre 2018.**

| Mes/año         | Consumo (kW) | Costo económico |
|-----------------|--------------|-----------------|
| Enero 2018      | 5,341        | Q 11,216.10     |
| Febrero 2018    | 9,066        | Q 19,038.60     |
| Marzo 2018      | 8,880        | Q 18,648.00     |
| Abril 2018      | 9,315        | Q 19,561.50     |
| Mayo 2018       | 14,291       | Q 30,011.10     |
| Junio 2018      | 11,903       | Q 24,996.30     |
| Julio 2018      | 8,954        | Q 18,803.40     |
| Agosto 2018     | 13,389       | Q 28,116.90     |
| Septiembre 2018 | 14,029       | Q 29,460.90     |
| Octubre 2018    | 11,007       | Q 23,114.70     |
| Noviembre 2018  | 14,772       | Q 31,021.20     |
| Diciembre 2018  | 11,343       | Q 23,820.30     |

## Anexo 9.5. Inventarios, características y consumo energético actual de luminarias del CUNSUROC.

### Cuadro 16. Inventario, características y consumo energético actual de luminarias del CUNSUROC.

| Módulo I |              |          |         |              |           |                   |                           |                             |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
|----------|--------------|----------|---------|--------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Nivel    | Aula         | Cantidad | Tipo    | Tecnología   | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| 1        | 1            | 8        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 12                                | 0  | 264                 | 135.17              | 1622.02            | 1.7356                                   |
| 1        | 1            | 2        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1800                                   | 12                                | 0  | 264                 | 9.50                | 114.05             | 0.1220                                   |
| 1        | 2            | 1        | Lámpara | Fluorescente | Philips   | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 4050                                   | 12                                | 0  | 264                 | 21.12               | 253.44             | 0.2712                                   |
| 1        | 2            | 5        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 12                                | 0  | 264                 | 84.48               | 1013.76            | 1.0847                                   |
| 1        | 2            | 3        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1800                                   | 12                                | 0  | 264                 | 14.26               | 171.07             | 0.1830                                   |
| 1        | 3            | 2        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 12                                | 0  | 264                 | 33.79               | 405.50             | 0.4339                                   |
| 1        | 3            | 4        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1800                                   | 12                                | 0  | 264                 | 19.01               | 228.10             | 0.2441                                   |
| 1        | 4            | 2        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 12                                | 0  | 264                 | 33.79               | 405.50             | 0.4339                                   |
| 1        | 4            | 2        | Lámpara | Fluorescente | Philips   | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 4050                                   | 12                                | 0  | 264                 | 42.24               | 506.88             | 0.5424                                   |
| 1        | 4            | 8        | Lámpara | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 5000                                   | 12                                | 0  | 264                 | 168.96              | 2027.52            | 2.1694                                   |
| 1        | 5            | 1        | Foco    | Fluorescente | Fulgore   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1500                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 2.20                | 26.40              | 0.0282                                   |
| 1        | 5            | 4        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 22.53               | 270.34             | 0.2893                                   |
| 1        | 6            | 3        | Foco    | Fluorescente | Fulgore   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1500                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 9.60                | 115.20             | 0.1233                                   |
| 1        | 6            | 1        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 8.19                | 98.30              | 0.1052                                   |
| 1        | 6            | 2        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 16.38               | 196.61             | 0.2104                                   |
| 1        | 7            | 7        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 57.34               | 688.13             | 0.7363                                   |
| 1        | 8            | 9        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 73.73               | 884.74             | 0.9467                                   |
| 1        | 9            | 8        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 65.54               | 786.43             | 0.8415                                   |
| 1        | Baño damas   | 2        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 3                                 | 2  | 74                  | 3.70                | 44.40              | 0.0475                                   |
| 1        | Baño varones | 2        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 3                                 | 2  | 74                  | 3.70                | 44.40              | 0.0475                                   |
| 1        | Gradas       | 2        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 15.40               | 184.80             | 0.1977                                   |
| 1        | Gradas       | 1        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 3.70                | 44.35              | 0.0475                                   |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminarias del CUNSUROC

| Nivel | Aula         | Cantidad | Tipo    | Tecnología   | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|-------|--------------|----------|---------|--------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| 1     | Pasillo      | 12       | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 92.40               | 1108.80            | 1.1864                                   |
| 1     | Pasillo      | 4        | Foco    | Fluorescente | Fulgore   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1500                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 30.80               | 369.60             | 0.3955                                   |
| 1     | Pasillo      | 2        | Lámpara | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 5000                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 49.28               | 591.36             | 0.6328                                   |
| 2     | 1            | 1        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 1.54                | 18.43              | 0.0197                                   |
| 2     | 1            | 3        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 24.58               | 294.91             | 0.3156                                   |
| 2     | 2            | 6        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 33.79               | 405.50             | 0.4339                                   |
| 2     | 3            | 2        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 6.40                | 76.80              | 0.0822                                   |
| 2     | 3            | 3        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 24.58               | 294.91             | 0.3156                                   |
| 2     | 4            | 5        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 40.96               | 491.52             | 0.5259                                   |
| 2     | 5            | 5        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 40.96               | 491.52             | 0.5259                                   |
| 2     | 6            | 2        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 3.07                | 36.86              | 0.0394                                   |
| 2     | 6            | 2        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 16.38               | 196.61             | 0.2104                                   |
| 2     | 7            | 6        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 6                                 | 10                                       | 172                 | 66.05               | 792.58             | 0.8481                                   |
| 2     | 8            | 5        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 6                                 | 10                                       | 172                 | 55.04               | 660.48             | 0.7067                                   |
| 2     | 9            | 8        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 155.65              | 1867.78            | 1.9985                                   |
| 2     | 9            | 3        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1800                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 16.42               | 196.99             | 0.2108                                   |
| 2     | 10           | 6        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 3600                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 32.83               | 393.98             | 0.4216                                   |
| 2     | 11           | 3        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 58.37               | 700.42             | 0.7494                                   |
| 2     | 11           | 3        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1800                                   | 0                                 | 10                                       | 40                  | 2.16                | 25.92              | 0.0277                                   |
| 2     | Baño damas   | 1        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 0.98                | 11.81              | 0.0126                                   |
| 2     | Baño damas   | 1        | Lámpara | LED          | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1710                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 1.48                | 17.71              | 0.0190                                   |
| 2     | Baño varones | 1        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 2.05                | 24.60              | 0.0263                                   |
| 2     | Baño varones | 1        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 0.98                | 11.81              | 0.0126                                   |
| 2     | Gradas       | 2        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 15.40               | 184.80             | 0.1977                                   |
| 2     | Pasillo      | 1        | Foco    | Fluorescente | Luxlite   | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 105                            | 7000                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 32.34               | 388.08             | 0.4152                                   |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminarias del CUNSUROC

| Nivel   | Aula           | Cantidad | Tipo    | Tecnología   | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|---|----------------|----------|---------|--------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| 2   | Pasillo        | 8        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 61.60               | 739.20             | 0.7909                                   |
| 2   | Pasillo        | 4        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 14.78               | 177.41             | 0.1898                                   |
| 2   | Pasillo        | 1        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 19.71               | 236.54             | 0.2531                                   |
| 2   | Pasillo        | 1        | Lámpara | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 5000                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 24.64               | 295.68             | 0.3164                                   |
| 3   | Administración | 9        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 49.90               | 598.75             | 0.6407                                   |
| 3   | Agronomía      | 12       | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 13                                | 0  | 286                 | 123.55              | 1482.62            | 1.5864                                   |
| 3   | Alimentos      | 12       | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 13                                | 0  | 286                 | 123.55              | 1482.62            | 1.5864                                   |
| 3   | Aula 1         | 6        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 6                                 | 10                                       | 172                 | 37.15               | 445.82             | 0.4770                                   |
| 3   | Aula 2         | 6        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 27.65               | 331.78             | 0.3550                                   |
| 3   | Aula 3         | 6        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 7                                 | 10                                       | 194                 | 41.90               | 502.85             | 0.5380                                   |
| 3   | Baño damas     | 2        | Lámpara | LED          | Stern     | 120               | 16                        | 2                           | 32                             | 2240                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 5.25                | 62.98              | 0.0674                                   |
| 3   | Baño varones   | 2        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 1.97                | 23.62              | 0.0253                                   |
| 3   | Derecho        | 6        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 33.26               | 399.17             | 0.4271                                   |
| 3   | IGAL           | 6        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 33.26               | 399.17             | 0.4271                                   |
| 3   | Pasillo        | 1        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 7.70                | 92.40              | 0.0989                                   |
| 3   | Pasillo        | 5        | Foco    | Fluorescente | Luxlite   | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1550                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 38.50               | 462.00             | 0.4943                                   |
| 3   | Pasillo        | 5        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 18.48               | 221.76             | 0.2373                                   |
| 3   | Pasillo        | 2        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 22.18               | 266.11             | 0.2847                                   |
| 3   | Pedagogía      | 9        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 7                                 | 11                                       | 198                 | 64.15               | 769.82             | 0.8237                                   |
| 3   | Trabajo social | 6        | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3600                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 33.26               | 399.17             | 0.4271                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |                |          |         |              |           |                   |                           |                             | 42.1493                        | 3835.82                                | <b>Total</b>                      |  |                     | 2431.27             | 29175.19           | 31.2175                                  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |                |          |         |              |           |                   |                           |                             | 91.0057                        |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminarias del CUNSUROC

| Módulo II |                      |          |         |              |           |                   |                           |                             |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
|-----------|----------------------|----------|---------|--------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Nivel     | Aula                 | Cantidad | Tipo    | Tecnología   | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| 1         | 1                    | 9        | Foco    | LED          | Volteck   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1050                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 32.83               | 393.98             | 0.4216                                   |
| 1         | 2                    | 9        | Foco    | LED          | Volteck   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1050                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 13.82               | 165.89             | 0.1775                                   |
| 1         | 3                    | 9        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 73.73               | 884.74             | 0.9467                                   |
| 1         | Baño Damas           | 1        | Foco    | Fluorescente | Luxlite   | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1550                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 2.05                | 24.60              | 0.0263                                   |
| 1         | Baño Varones         | 2        | Foco    | Fluorescente | Luxlite   | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1550                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 4.10                | 49.20              | 0.0526                                   |
| 1         | Gradas               | 3        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 26.40               | 316.80             | 0.3390                                   |
| 1         | Laboratorio 1        | 9        | Foco    | LED          | Light-tec | 100-240           | No aplica                 | No aplica                   | 30                             | 2700                                   | 5.6                               | 0  | 123.2               | 33.26               | 399.17             | 0.4271                                   |
| 1         | Laboratorio 2        | 9        | Lámpara | LED          | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3420                                   | 2.4                               | 0  | 52.8                | 17.11               | 205.29             | 0.2197                                   |
| 1         | Laboratorio 3        | 3        | Lámpara | LED          | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3420                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 2.38                | 28.51              | 0.0305                                   |
| 1         | Laboratorio 3        | 6        | Lámpara | LED          | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3420                                   | 6                                 | 0  | 132                 | 28.51               | 342.14             | 0.3661                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 2        | Lámpara | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 5000                                   | 5                                 | 0  | 110                 | 17.60               | 211.20             | 0.2260                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 2        | Lámpara | Fluorescente | Philips   | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 4050                                   | 5                                 | 0  | 110                 | 17.60               | 211.20             | 0.2260                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 2        | Lámpara | Fluorescente | Luxlite   | 110-130           | 40                        | 2                           | 80                             | 5,110                                  | 1                                 | 0  | 22                  | 3.52                | 42.24              | 0.0452                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 2        | Lámpara | Fluorescente | Philips   | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 4050                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 3.52                | 42.24              | 0.0452                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 1        | Lámpara | LED          | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3420                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.79                | 9.50               | 0.0102                                   |
| 1         | Pasillo              | 4        | Foco    | Fluorescente | Luxlite   | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1550                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 35.20               | 422.40             | 0.4520                                   |
| 1         | Pasillo              | 7        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 61.60               | 739.20             | 0.7909                                   |
| 1         | Pasillo              | 18       | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 76.03               | 912.38             | 0.9763                                   |
| 1         | Pasillo I-II         | 3        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 26.40               | 316.80             | 0.3390                                   |
| 1         | Pasillo I-II         | 1        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 4.22                | 50.69              | 0.0542                                   |
| 2         | 1                    | 9        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 73.73               | 884.74             | 0.9467                                   |
| 2         | 2                    | 9        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 73.73               | 884.74             | 0.9467                                   |
| 2         | 3                    | 9        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 73.73               | 884.74             | 0.9467                                   |
| 2         | 4                    | 9        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 73.73               | 884.74             | 0.9467                                   |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminarias del CUNSUROC

| Nivel   | Aula                  | Cantidad | Tipo    | Tecnología   | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|---|-----------------------|----------|---------|--------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| 2   | 5                     | 9        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 73.73               | 884.74             | 0.9467                                   |
| 2   | 6                     | 9        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 73.73               | 884.74             | 0.9467                                   |
| 2   | 7                     | 9        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 73.73               | 884.74             | 0.9467                                   |
| 2   | Baño Damas            | 2        | Foco    | Fluorescente | Luxlite   | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1550                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 4.10                | 49.20              | 0.0526                                   |
| 2   | Baño Varones          | 1        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 2.05                | 24.60              | 0.0263                                   |
| 2   | Baño Varones          | 1        | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 0.98                | 11.81              | 0.0126                                   |
| 2   | Gradas                | 3        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 26.40               | 316.80             | 0.3390                                   |
| 2   | Pasillo               | 15       | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 132.00              | 1584.00            | 1.6949                                   |
| 2   | Pasillo               | 19       | Foco    | LED          | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 80.26               | 963.07             | 1.0305                                   |
| 3   | Aula de computación   |          |         |              |           |                   | No aplica                 | No aplica                   |                                |  | 0                                 | 0  | 0                   | 0.00                | 0.00               | 0.0000                                   |
| 3   | Baño damas            | 1        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 2.05                | 24.60              | 0.0263                                   |
| 3   | Baño varones          | 2        | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 4.10                | 49.20              | 0.0526                                   |
| 3   | Biblioteca            | 7        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 128                            | 6700                                   | 7                                 | 10                                       | 194                 | 173.82              | 2085.89            | 2.2319                                   |
| 3   | Biblioteca            | 3        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 7                                 | 10                                       | 194                 | 37.25               | 446.98             | 0.4783                                   |
| 3   | Biblioteca            | 15       | Lámpara | LED          | Light-tec | 85-265            | 18                        | 4                           | 72                             | 7200                                   | 7                                 | 10                                       | 194                 | 209.52              | 2514.24            | 2.6902                                   |
| 3   | Pasillo               | 19       | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 167.20              | 2006.40            | 2.1468                                   |
| 3   | Pasillo               | 1        | Foco    | Fluorescente | Volteck   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 24                             | 1440                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 8.45                | 101.38             | 0.1085                                   |
| 3   | Pasillo               | 1        | Lámpara | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | 40                        | 1                           | 40                             | 2500                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 14.08               | 168.96             | 0.1808                                   |
| 3   | Salón de proyecciones | 18       | Foco    | Fluorescente | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 39.60               | 475.20             | 0.5085                                   |
| 3   | Salón de proyecciones | 5        | Lámpara | Fluorescente | NARVA     | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 28.16               | 337.92             | 0.3616                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |                       |          |         |              |           |                   |                           |                             | 42.3256                        | 3454.19                                | <b>Total</b>                      |  |                     | 1926.80             | 23121.57           | 24.7401                                  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |                       |          |         |              |           |                   |                           |                             | 81.6099                        |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminaria del CUNSUROC

| Área administrativa |  |          |         |              |          |                   |                           |                             |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
|---------------------|--|----------|---------|--------------|----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Nivel               | Aula                                   | Cantidad | Tipo    | Tecnología   | Marca    | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| 1                   | Área de cafetera                       | 1        | Foco    | Fluorescente | Sylvania | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.55                | 6.60               | 0.0071                                   |
| 1                   | Audiovisual                            | 1        | Foco    | Fluorescente | Sylvania | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 3.85                | 46.20              | 0.0494                                   |
| 1                   | Audiovisual                            | 2        | Lámpara | Fluorescente | Sylvania | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 5000                                   | 5                                 | 0  | 110                 | 17.60               | 211.20             | 0.2260                                   |
| 1                   | Aula                                   | 16       | Foco    | LED          | Volteck  | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1050                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 24.58               | 294.91             | 0.3156                                   |
| 1                   | Baño damas                             | 1        | Foco    | LED          | Volteck  | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1050                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.26                | 3.17               | 0.0034                                   |
| 1                   | Baño varones                           | 1        | Foco    | Fluorescente | Sylvania | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.55                | 6.60               | 0.0071                                   |
| 1                   | Bodega de archivo                      | 1        | Foco    | LED          | Luxlite  | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.26                | 3.17               | 0.0034                                   |
| 1                   | Control académico                      | 4        | Foco    | LED          | Luxlite  | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 9                              | 900                                    | 4                                 | 4  | 104                 | 3.74                | 44.93              | 0.0481                                   |
| 1                   | Coordinación académica                 | 2        | Foco    | LED          | Luxlite  | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 7.5                               | 0  | 165                 | 3.96                | 47.52              | 0.0508                                   |
| 1                   | Dirección                              | 1        | Lámpara | Fluorescente | NARVA    | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 7.5                               | 0  | 165                 | 10.56               | 126.72             | 0.1356                                   |
| 1                   | Dirección                              | 1        | Lámpara | LED          | Luxlite  | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 1710                                   | 7.5                               | 0  | 165                 | 5.94                | 71.28              | 0.0763                                   |
| 1                   | Orientación vocacional                 | 1        | Lámpara | Fluorescente | Philips  | 120-127           | 40                        | 2                           | 80                             | 4050                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 12.32               | 147.84             | 0.1582                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 6        | Foco    | Fluorescente | Sylvania | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 12                                | 12                                       | 312                 | 46.80               | 561.60             | 0.6009                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 2        | Foco    | Fluorescente | Luxlite  | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 105                            | 7000                                   | 12                                | 12                                       | 312                 | 65.52               | 786.24             | 0.8413                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 1        | Foco    | Fluorescente | Luxlite  | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1550                                   | 12                                | 12                                       | 312                 | 7.80                | 93.60              | 0.1002                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 11       | Foco    | LED          | Luxlite  | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 12                                       | 312                 | 41.18               | 494.21             | 0.5288                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 6        | Foco    | LED          | Luxlite  | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 5                              | 450                                    | 12                                | 12                                       | 312                 | 9.36                | 112.32             | 0.1202                                   |
| 1                   | Planificación y asistente de dirección | 2        | Foco    | LED          | Luxlite  | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 5.5                               | 0  | 121                 | 2.90                | 34.85              | 0.0373                                   |
| 1                   | Planificación y asistente de dirección | 1        | Foco    | LED          | Luxlite  | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 5.5                               | 0  | 121                 | 1.45                | 17.42              | 0.0186                                   |
| 1                   | Salón Consejo                          | 2        | Foco    | Fluorescente | Luxlite  | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 105                            | 7000                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 32.34               | 388.08             | 0.4152                                   |
| 1                   | Salón Consejo                          | 1        | Lámpara | Fluorescente | NARVA    | 120               | 32                        | 2                           | 64                             | 6700                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 9.86                | 118.27             | 0.1266                                   |
| 1                   | Secretaría                             | 9        | Foco    | LED          | Luxlite  | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 8                                 | 0  | 176                 | 19.01               | 228.10             | 0.2441                                   |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminarias del CUNSUROC

| Nivel   | Aula       | Cantidad     | Tipo         | Tecnología        | Marca                          | Tensión (voltios)                      | Potencia por tubo (watts)         | Arreglo (cantidad de tubos)              | Potencia por luminaria (watts)         | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)        | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|---|------------|--------------|--------------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--|---------------------|---------------------|--|--|
| 1   | Secretaría | 1            | Foco         | LED               | Volteck                        | 127                                    | No aplica                         | No aplica                                | 12                                     | 1050                                   | 8  | 0  | 176                 | 2.11                | 25.34                                    | 0.0271                                   |
| 1   | Secretaría | 1            | Lámpara      | Fluorescente      | Philips                        | 120-127                                | 40                                | 2  | 80                                     | 4050                                   | 8  | 0  | 176                 | 14.08               | 168.96                                   | 0.1808                                   |
| 1   | Tesorería  | 1            | Foco         | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 105                                    | 6000                                   | 8  | 0  | 176                 | 18.48               | 221.76                                   | 0.2373                                   |
| 1   | Tesorería  | 2            | Foco         | Fluorescente      | Luxlite                        | 110-130                                | No aplica                         | No aplica                                | 25                                     | 1550                                   | 8  | 0  | 176                 | 8.80                | 105.60                                   | 0.1130                                   |
| 1   | Tesorero   | 1            | Foco         | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 105                                    | 6000                                   | 7.5                                      | 0  | 165                 | 17.33               | 207.90                                   | 0.2225                                   |
| <b>Promedio</b>   |            |              |              |                   |                                |  |                                   |  | 40.5926                                | 2792.96                                | <b>Total</b>                             |  |                     | 381.20              | 4574.39                                  | 4.8946                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b>               |            |              |              |                   |                                |  |                                   |  | 68.8047                                |  |  |  |                     |                     |  |  |
| <b>Salón de usos múltiples Dra. Alba Ruth Maldonado de Chávez</b> |            |              |              |                   |                                |  |                                   |  |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Ubicación   | Cantidad   | Tipo         | Tecnología   | Marca             | Tensión (voltios)              | Potencia por tubo (watts)              | Arreglo (cantidad de tubos)       | Potencia por luminaria (watts)           | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)      | Horas de uso promedio por mes en eventos | Horas de uso al mes                      | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW)  | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |  |
| Exterior  | 1          | Foco         | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | No aplica                              | No aplica                         | 25                                       | 1,550                                  | 0                                      | 0.00                                     | 0.00                                     | 0.00                | 0.00                | 0.0000                                   |  |
| Ingreso   | 2          | Foco         | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | No aplica                              | No aplica                         | 15                                       | 720                                    | 0                                      | 0.00                                     | 0.00                                     | 0.00                | 0.00                | 0.0000                                   |  |
| Interior  | 10         | Foco         | Fluorescente | Philips           | 220-240                        | No aplica                              | No aplica                         | 80                                       | 5,100                                  | 4                                      | 16.37                                    | 104.37                                   | 83.50               | 1001.97             | 1.0721                                   |  |
| Interior  | 12         | Foco         | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | No aplica                              | No aplica                         | 15                                       | 720                                    | 0                                      | 0.00                                     | 0.00                                     | 0.00                | 0.00                | 0.0000                                   |  |
| Baños   | 6          | Lámpara      | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | 32                                     | 2                                 | 64                                       | 5,520                                  | 0.5                                    | 16.37                                    | 27.37                                    | 10.51               | 126.13              | 0.1350                                   |  |
| Ingreso   | 2          | Lámpara      | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | 32                                     | 2                                 | 64                                       | 5,520                                  | 0                                      | 16.37                                    | 16.37                                    | 2.10                | 25.15               | 0.0269                                   |  |
| Oficinas  | 8          | Lámpara      | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | 32                                     | 2                                 | 64                                       | 5,520                                  | 7                                      | 0.00                                     | 154.00                                   | 78.85               | 946.18              | 1.0124                                   |  |
| Exterior  | 20         | Reflector    | Halógeno     | Luxlite           | 110-130                        | No aplica                              | No aplica                         | 75                                       | 1,500                                  | 0                                      | 0.00                                     | 0.00                                     | 0.00                | 0.00                | 0.0000                                   |  |
| <b>Promedio</b>   |            |              |              |                   |                                |  |                                   |  | 50.25                                  | 3,268.75                               | <b>Total</b>                             |  |                     | 174.95              | 2099.42                                  | 2.2464                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b>               |            |              |              |                   |                                |  |                                   |  | 65.0498                                |  |  |  |                     |                     |  |  |
| <b>Parqueo de vehículos del CUNSUROC</b>                          |            |              |              |                   |                                |  |                                   |  |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Cantidad  | Tipo       | Tecnología   | Marca        | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                    | Consumo al mes (kW)                    | Consumo anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |                     |                     |  |  |
| 2   | Foco       | Fluorescente | Sylvania     | 120-127           | 105                            | 6000                                   | 12                                | 24                                       | 360                                    | 75.60                                  | 907.20                                   | 0.9707                                   |                     |                     |  |  |
| 4   | Foco       | Fluorescente | Sylvania     | 120-127           | 25                             | 1600                                   | 12                                | 24                                       | 360                                    | 36.00                                  | 432.00                                   | 0.4622                                   |                     |                     |  |  |
| <b>Promedio</b>   |            |              |              |                   | 65                             | 3800                                   | <b>Total</b>                      |  |  | 111.60                                 | 1339.20                                  | 1.4329                                   |                     |                     |  |  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b>               |            |              |              |                   | 58.4615                        |  |                                   |  |  |  |  |  |                     |                     |  |  |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminaria del CUNSUROC

| Módulo odontológico                                 |                         |              |              |                   |                                |  |                                   |  |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
|---|-------------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--|---------------------|---------------------|--|--|
| Ubicación   | Cantidad                | Tipo         | Tecnología   | Marca             | Tensión (voltios)              | Potencia por tubo (watts)              | Arreglo (cantidad de tubos)       | Potencia por luminaria (watts)           | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)      | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                      | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW)  | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |  |
| Clínica   | 3                       | Foco         | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | No aplica                              | No aplica                         | 105                                      | 7000                                   | 5                                      | 0  | 110                                      | 34.65               | 415.80              | 0.4449                                   |  |
| Clínica   | 2                       | Foco         | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | No aplica                              | No aplica                         | 25                                       | 1550                                   | 1                                      | 0  | 22                                       | 1.10                | 13.20               | 0.0141                                   |  |
| Pasillo   | 4                       | Foco         | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | No aplica                              | No aplica                         | 25                                       | 1550                                   | 12                                     | 22                                       | 352                                      | 35.20               | 422.40              | 0.4520                                   |  |
| Pasillo   | 1                       | Foco         | Fluorescente | Fulgore           | 127                            | No aplica                              | No aplica                         | 25                                       | 1500                                   | 12                                     | 22                                       | 352                                      | 8.80                | 105.60              | 0.1130                                   |  |
| Pasillo   | 1                       | Foco         | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | No aplica                              | No aplica                         | 105                                      | 6000                                   | 12                                     | 22                                       | 352                                      | 36.96               | 443.52              | 0.4746                                   |  |
| Aula 1  | 1                       | Foco         | LED          | Tecnolite         | 100-240                        | No aplica                              | No aplica                         | 20                                       | 1800                                   | 6                                      | 0  | 132                                      | 2.64                | 31.68               | 0.0339                                   |  |
| Aula 2  | 1                       | Foco         | LED          | Luxlite           | 85-265                         | No aplica                              | No aplica                         | 30                                       | 2700                                   | 6                                      | 0  | 132                                      | 3.96                | 47.52               | 0.0508                                   |  |
| Aula 2  | 1                       | Foco         | LED          | Luxlite           | 85-265                         | No aplica                              | No aplica                         | 30                                       | 2700                                   | 6                                      | 0  | 132                                      | 3.96                | 47.52               | 0.0508                                   |  |
| Bodega  | 1                       | Lámpara      | Fluorescente | Luxlite           | 110-130                        | 22                                     | 1                                 | 22                                       | 1300                                   | 0                                      | 0  | 0  | 0.00                | 0.00                | 0.0000                                   |  |
| <b>Promedio</b>                                     |                         |              |              |                   |                                |  |                                   | 43                                       | 2900                                   | <b>Total</b>                           |  |  | 127.27              | 1527.24             | 1.6341                                   |  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |                         |              |              |                   |                                |  |                                   | 67.4419                                  |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Cancha polideportiva                                |                         |              |              |                   |                                |  |                                   |  |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Cantidad  | Tipo                    | Tecnología   | Marca        | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                    | Consumo al mes (kW)                    | Consumo anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |                     |                     |  |  |
| 1   | Foco                    | Fluorescente | Sylvania     | 120-127           | 105                            | 6000                                   | 12.00                             | 24                                       | 360.00                                 | 37.80                                  | 453.60                                   | 0.4854                                   |                     |                     |  |  |
| 8   | Lámpara                 | Metalarc     | Luxlite      | 208-240           | 400                            | 38000                                  | 0.02                              | 0  | 0.66                                   | 2.10                                   | 25.25                                    | 0.0270                                   |                     |                     |  |  |
| <b>Promedio</b>                                     |                         |              |              |                   | 252.5                          | 22000                                  | <b>Total</b>                      |  |  | 39.90                                  | 478.85                                   | 0.5124                                   |                     |                     |  |  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |                         |              |              |                   | 87.1287                        |  |                                   |  |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Planta piloto                                       |                         |              |              |                   |                                |  |                                   |  |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Nivel   | Ubicación               | Cantidad     | Tipo         | Tecnología        | Marca                          | Tensión (voltios)                      | Potencia por tubo (watts)         | Arreglo (cantidad de tubos)              | Potencia por luminaria (watts)         | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)        | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo Anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| 1   | Puerta de ingreso       | 1            | Foco         | Fluorescente      | Luxlite                        | 110-130                                | No aplica                         | No aplica                                | 105                                    | 7000                                   | 12.00                                    | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60                                   | 0.4854                                   |
| 1   | Sala de conferencias    | 1            | Foco         | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 25                                     | 1600                                   | 0.01                                     | 0  | 0.22                | 0.01                | 0.07                                     | 0.0001                                   |
| 1   | Administración y bodega | 1            | Foco         | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 25                                     | 1600                                   | 0.01                                     | 0  | 0.22                | 0.01                | 0.07                                     | 0.0001                                   |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminaria del CUNSUROC

| Nivel   | Ubicación                         | Cantidad     | Tipo         | Tecnología        | Marca                          | Tensión (voltios)                      | Potencia por tubo (watts)              | Arreglo (cantidad de tubos)              | Potencia por luminaria (watts)           | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                      | Consumo al mes (kW) | Consumo Anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|---|-----------------------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------------------------|--|--|--|--|--|-----------------------------------|--|--|---------------------|--------------------|--|
| 1   | Bodega de suministros             | 1            | Foco         | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                              | No aplica                                | 25                                       | 1600                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                                     | 0.01                | 0.07               | 0.0001                                   |
| 1   | Pila                              | 1            | Foco         | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                              | No aplica                                | 105                                      | 6000                                   | 12.00                             | 24                                       | 360                                      | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |
| 1   | Parte de atrás                    | 2            | Foco         | Fluorescente      | Luxlite                        | 110-130                                | No aplica                              | No aplica                                | 105                                      | 7000                                   | 12.00                             | 24                                       | 360                                      | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |
| 2   | Salón de biotecnología            | 1            | Foco         | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                              | No aplica                                | 25                                       | 1600                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                                     | 0.01                | 0.07               | 0.0001                                   |
| 1   | Baño damas                        | 1            | Foco         | LED               | Luxlite                        | 85-265                                 | No aplica                              | No aplica                                | 12                                       | 1200                                   | 0.10                              | 0  | 2.2                                      | 0.03                | 0.32               | 0.0003                                   |
| 1   | Baño varones                      | 1            | Foco         | LED               | Luxlite                        | 85-265                                 | No aplica                              | No aplica                                | 12                                       | 1200                                   | 0.10                              | 0  | 2.2                                      | 0.03                | 0.32               | 0.0003                                   |
| 1   | Salón de procesos                 | 3            | Foco         | Metalarc          | Philips                        | 220-240                                | No aplica                              | No aplica                                | 400                                      | 30000                                  | 1.20                              | 0  | 26.4                                     | 31.68               | 380.16             | 0.4068                                   |
| 1   | Laboratorio de control de calidad | 2            | Lámpara      | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | 40                                     | 2  | 80                                       | 5000                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                                     | 0.02                | 0.21               | 0.0002                                   |
| 1   | Sala de conferencias              | 1            | Lámpara      | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | 22                                     | 1  | 22                                       | 1300                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                                     | 0.00                | 0.06               | 0.0001                                   |
| 1   | Caldera                           | 1            | Lámpara      | Fluorescente      | Luxlite                        | 120-127                                | 22                                     | 1  | 22                                       | 1300                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                                     | 0.00                | 0.06               | 0.0001                                   |
| 2   | Laboratorio de análisis sensorial | 2            | Lámpara      | Fluorescente      | Sylvania                       | 120-127                                | 40                                     | 2  | 80                                       | 5000                                   | 0.73                              | 0  | 16                                       | 2.56                | 30.72              | 0.0329                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |                                   |              |              |                   |                                |  |  |  | 74.5                                     | 5100                                   | <b>Total</b>                      |  |  | 147.74              | 1772.90            | 1.8970                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |                                   |              |              |                   |                                |  |  |  | 68.4564                                  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |
| <b>Paso peatonal</b>                                |                                   |              |              |                   |                                |  |  |  |  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |
| Cantidad  | Tipo                              | Tecnología   | Marca        | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)      | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                      | Consumo al mes (kW)                    | Consumo Anual (kW)                | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |  |                     |                    |  |
| 11  | Foco                              | Fluorescente | Sylvania     | 120-127           | 25                             | 1600                                   | 4                                      | 8  | 120                                      | 33                                     | 396                               | 0.4237                                   |  |                     |                    |  |
| <b>Eficiencia energética promedio Lúmenes/watts</b> |                                   |              |              |                   | 64                             |  |  |  |  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |
| <b>Parqueo de vehículos</b>                         |                                   |              |              |                   |                                |  |  |  |  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |
| Ubicación   | Cantidad                          | Tipo         | Tecnología   | Marca             | Tensión (voltios)              | Potencia por luminaria (watts)         | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)        | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                    | Consumo al mes (kW)               | Consumo anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |                     |                    |  |
| A un costado de paso peatonal                       | 2                                 | Foco         | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | 105                                    | 6000                                   | 0  | 0  | 0                                      | 0                                 | 0  | 0.0000                                   |                     |                    |  |
| AEUSO   | 1                                 | Foco         | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | 105                                    | 6000                                   | 0  | 0  | 0                                      | 0                                 | 0  | 0.0000                                   |                     |                    |  |
| Escenario   | 2                                 | Foco         | Mercurio     | Philips           | 120-140                        | 175                                    | 7400                                   | 11                                       | 22                                       | 330                                    | 57.75                             | 693                                      | 0.7415                                   |                     |                    |  |
| <b>Promedio</b>                                     |                                   |              |              |                   |                                | 128.33                                 | 6466.67                                | <b>Total</b>                             |  |  | 57.75                             | 693                                      | 0.7415                                   |                     |                    |  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |                                   |              |              |                   |                                | 50.3896                                |  |  |  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminaria del CUNSUROC

| Parqueo de motocicletas                             |          |              |              |                   |                                |  |  |  |  |                     |                     |                    |  |  |
|---|----------|--------------|--------------|-------------------|--------------------------------|--|--|--|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|--|
| Cantidad  | Tipo     | Tecnología   | Marca        | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)      | Horas de uso al día (Plan fin de semana) |  | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |  |
| 1   | Foco     | Mercurio     | Philips      | 120-140           | 175                            | 7400                                   | 11                                     | 22                                       |  | 330                 | 57.75               | 693.00             | 0.7415                                   |  |
| 2   | Foco     | Fluorescente | Luxite       | 110-130           | 105                            | 7000                                   | 11                                     | 22                                       |  | 330                 | 69.30               | 831.60             | 0.8898                                   |  |
| 2   | Foco     | Fluorescente | Luxite       | 110-130           | 105                            | 7000                                   | 11                                     | 22                                       |  | 330                 | 69.30               | 831.60             | 0.8898                                   |  |
| <b>Promedio</b>                                     |          |              |              |                   | 128.33                         | 7133.33                                | <b>Total</b>                           |  |  | 196.35              | 2356.20             | 2.5211             |  |  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |              |              |                   | 55.5844                        |  |  |  |  |                     |                     |                    |  |  |
| Parqueo de buses uno y dos                          |          |              |              |                   |                                |  |  |  |  |                     |                     |                    |  |  |
| No. De parqueo                                      | Cantidad | Tipo         | Tecnología   | Marca             | Tensión (voltios)              | Potencia por luminaria (watts)         | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)        | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |  |
| 1   | 1        | Foco         | Sodio        | General Electric  | 198-240                        | 400                                    | 45000                                  | 11                                       | 22                                       | 330                 | 132                 | 1584               | 1.6949                                   |  |
| 2   | 1        | Foco         | Sodio        | General Electric  | 198-240                        | 400                                    | 45000                                  | 11                                       | 22                                       | 330                 | 132                 | 1584               | 1.6949                                   |  |
| <b>Promedio</b>                                     |          |              |              |                   |                                | 400                                    | 45000                                  | <b>Total</b>                             |  |                     | 264                 | 3168               | 3.3898                                   |  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |              |              |                   |                                | 112.5                                  |  |  |  |                     |                     |                    |  |  |
| Paso vehicular                                      |          |              |              |                   |                                |  |  |  |  |                     |                     |                    |  |  |
| Ubicación   | Cantidad | Tipo         | Tecnología   | Marca             | Tensión (voltios)              | Potencia por luminaria (watts)         | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)        | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |  |
| Módulo II a periférico                              | 1        | Foco         | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | 105                                    | 6000                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |  |
| Periférico  | 1        | Foco         | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | 105                                    | 6000                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |  |
| Pluma   | 1        | Foco         | Fluorescente | Luxite            | 110-130                        | 105                                    | 7000                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |  |
| Parqueo vehículos CUNSUROC                          | 1        | Foco         | Fluorescente | Luxite            | 110-130                        | 105                                    | 7000                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |  |
| Frente a salón de usos múltiples                    | 1        | Foco         | Fluorescente | Luxite            | 110-130                        | 105                                    | 7000                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |  |
| Periférico  | 1        | Foco         | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | 105                                    | 6000                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |  |
| Periférico  | 1        | Foco         | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | 105                                    | 6000                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |  |
| Periférico  | 1        | Foco         | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | 105                                    | 6000                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |  |
| Planta piloto                                       | 1        | Foco         | Mercurio     | Philips           | 120-140                        | 175                                    | 7400                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 63.00               | 756.00             | 0.8089                                   |  |
| Periférico  | 1        | Foco         | Mercurio     | Philips           | 120-140                        | 175                                    | 7400                                   | 12                                       | 24                                       | 360                 | 63.00               | 756.00             | 0.8089                                   |  |

## Continuación del cuadro 16 Inventario, características y consumo energético actual de luminaria del CUNSUROC

| Ubicación   | Cantidad | Tipo | Tecnología   | Marca            | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|---|----------|------|--------------|------------------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Parqueo vehículos CUNSUROC                          | 1        | Foco | Metalarc     | Luxlite          | 208-240           | 400                            | 38000                                  | 4                                 | 8  | 120                 | 48.00               | 576.00             | 0.6163                                   |
| Puente vehicular                                    | 1        | Foco | Sodio        | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144.00              | 1728.00            | 1.8490                                   |
| Fotocopiadora                                       | 1        | Foco | Sodio        | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144.00              | 1728.00            | 1.8490                                   |
| Frente a salón de usos múltiples                    | 1        | Foco | Sodio        | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144.00              | 1728.00            | 1.8490                                   |
| Frente a módulo odontológico                        | 1        | Foco | Sodio        | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144.00              | 1728.00            | 1.8490                                   |
| Periférico  | 1        | Foco | Sodio        | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144.00              | 1728.00            | 1.8490                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |          |      |              |                  |                   | 224.38                         | 20550                                  | <b>Total</b>                      |  |                     | 1196.40             | 14356.80           | 15.3618                                  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |      |              |                  |                   | 91.5877                        |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
| <b>Otras áreas</b>                                  |          |      |              |                  |                   |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
| Ubicación   | Cantidad | Tipo | Tecnología   | Marca            | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| Módulo I  | 2        | Foco | Fluorescente | Luxlite          | 110-130           | 105                            | 7000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 75.60               | 907.20             | 0.9707                                   |
| Módulo II   | 1        | Foco | Fluorescente | Luxlite          | 110-130           | 105                            | 7000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |
| Módulo odontológico                                 | 1        | Foco | Fluorescente | Sylvania         | 120-127           | 105                            | 6000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 37.80               | 453.60             | 0.4854                                   |
| Taller  | 2        | Foco | Fluorescente | Luxlite          | 110-130           | 105                            | 7000                                   | 0                                 | 0  | 0                   | 0.00                | 0.00               | 0.0000                                   |
| Basurero  | 3        | Foco | Fluorescente | Luxlite          | 110-130           | 105                            | 7000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 113.40              | 1360.80            | 1.4561                                   |
| Módulo odontológico                                 | 1        | Foco | Metalarc     | Luxlite          | 208-240           | 400                            | 38000                                  | 4                                 | 8  | 120                 | 48.00               | 576.00             | 0.6163                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |          |      |              |                  |                   | 154.17                         | 12000                                  | <b>Total</b>                      |  |                     | 312.60              | 3751.20            | 4.0138                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |      |              |                  |                   | 77.8378                        |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |

## Anexo 9.6. Consumo energético por tecnología de luminarias en el CUNSUROC.

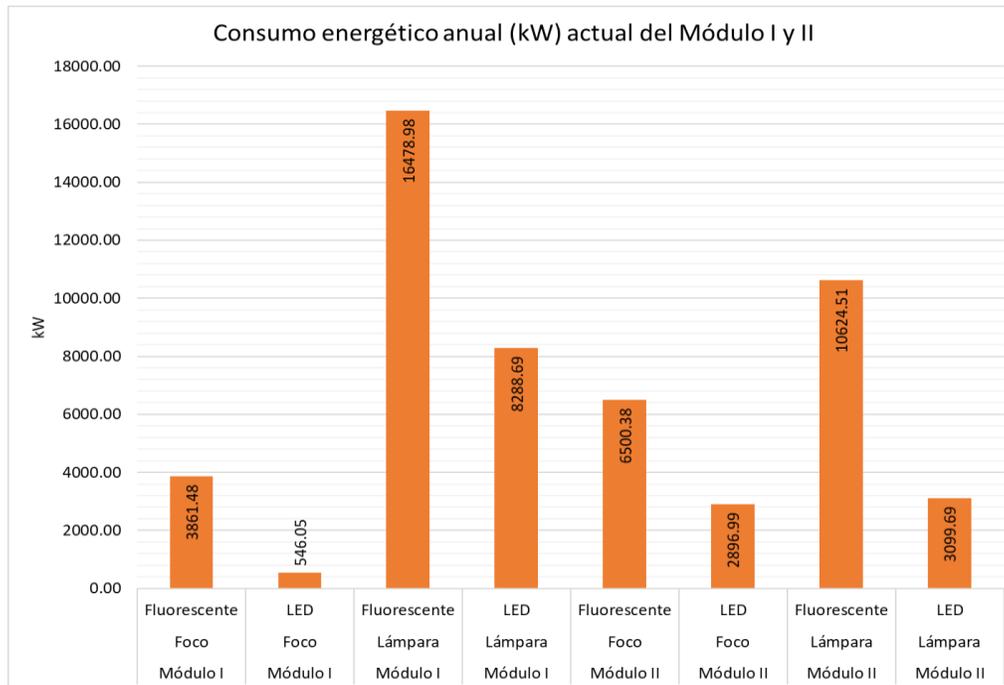


Figura 19. Consumo energético anual (kW) actual del módulo I y II.

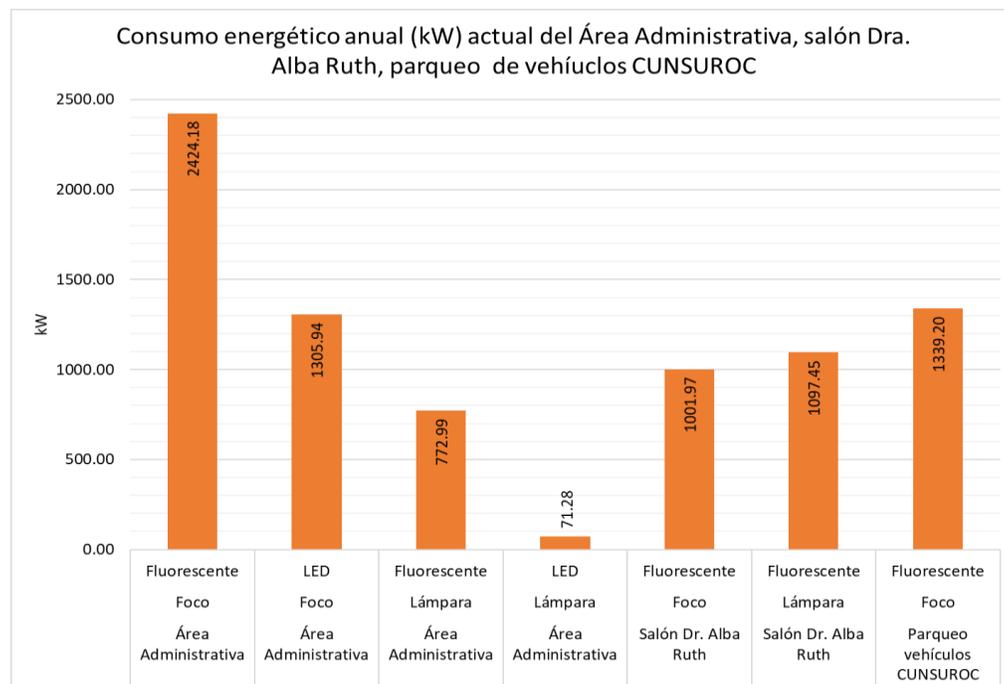
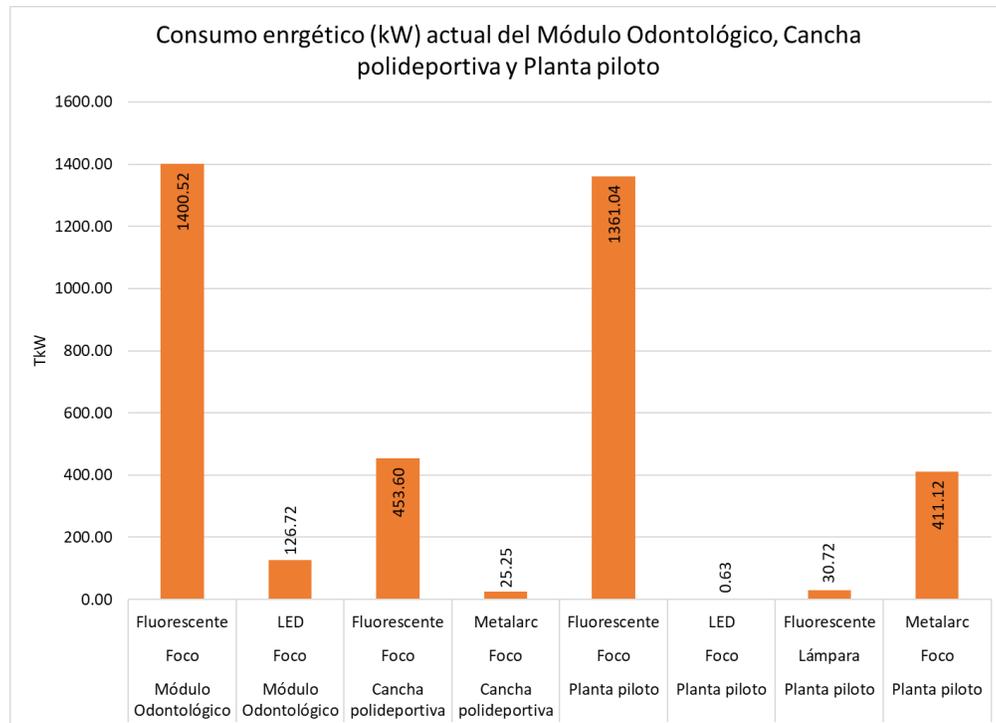
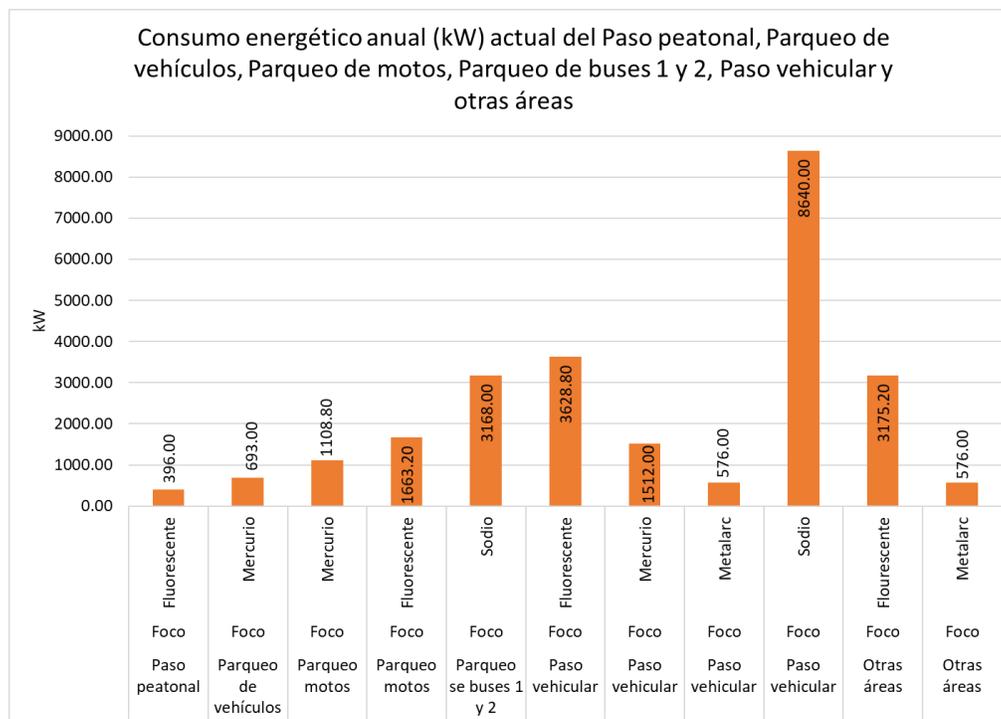


Figura 20. Consumo energético anual (kW) actual de área administrativa, salón Dra. Alba Ruth Maldonado y parqueo de vehículos del CUNSUROC.



**Figura 21. Consumo energético anual (kW) actual de módulo odontológico, cancha polideportiva y planta piloto.**



**Figura 22. Consumo energético anual (kW) actual de paso peatonal, parqueo de vehículos, parqueo de motos, parqueo de buses, paso vehicular y otras áreas.**

**Anexo 9.7. Medición de consumo energético versus consumo energético teórico en paneles eléctricos del CUNSUROC.**

**Cuadro 17. Medición de consumo energético versus consumo energético teórico, módulo I (plan diario).**

| Nivel uno |         |          |                        |         |                        |
|-----------|---------|----------|------------------------|---------|------------------------|
| Práctico  |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora      | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00     | 129.3   | 0.01     | 0.0013                 | 06:00   | 0                      |
| 08:00     | 129.1   | 22.9     | 2.9564                 | 08:00   | 1.202                  |
| 10:00     | 129     | 21.95    | 2.8316                 | 10:00   | 1.202                  |
| 12:00     | 128.8   | 20.5     | 2.6404                 | 12:00   | 1.202                  |
| 14:00     | 129     | 18.01    | 2.3233                 | 14:00   | 1.202                  |
| 16:00     | 128.7   | 32.1     | 4.1313                 | 16:00   | 1.202                  |
| 18:00     | 127     | 62.35    | 7.9185                 | 18:00   | 4.936                  |
| 20:00     | 126.5   | 63.9     | 8.0834                 | 20:00   | 4.936                  |
| 22:00     | 128     | 4.9      | 0.6272                 | 22:00   | 0.622                  |
| Nivel dos |         |          |                        |         |                        |
| Práctico  |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora      | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00     | 129.5   | 0.00     | 0                      | 06:00   | 0                      |
| 08:00     | 129     | 16.10    | 2.0769                 | 08:00   | 0.92                   |
| 10:00     | 129.1   | 15.45    | 1.9946                 | 10:00   | 0.92                   |
| 12:00     | 128.6   | 14.31    | 1.8403                 | 12:00   | 0.92                   |
| 14:00     | 129.1   | 6.00     | 0.7746                 | 14:00   | 0.246                  |
| 16:00     | 128.8   | 18.14    | 2.3364                 | 16:00   | 0.92                   |
| 18:00     | 127.1   | 39.73    | 5.0497                 | 18:00   | 3.86                   |
| 20:00     | 127.4   | 42.52    | 5.4170                 | 20:00   | 3.86                   |
| 22:00     | 127.1   | 4.4      | 0.5592                 | 22:00   | 0.547                  |

**Cuadro 18. Medición de consumo energético versus consumo energético teórico, módulo II (plan diario).**

| Nivel uno  |         |          |                        |         |                        |
|------------|---------|----------|------------------------|---------|------------------------|
| Práctico   |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora       | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00      | 129.4   | 2.5      | 0.3235                 | 06:00   | 0                      |
| 08:00      | 129     | 6.9      | 0.8901                 | 08:00   | 0.108                  |
| 10:00      | 129     | 6.8      | 0.8772                 | 10:00   | 0.108                  |
| 12:00      | 128.8   | 8.1      | 1.0433                 | 12:00   | 0.108                  |
| 14:00      | 129     | 13.9     | 1.7931                 | 14:00   | 0.108                  |
| 16:00      | 128.8   | 54.4     | 7.0067                 | 16:00   | 1.346                  |
| 18:00      | 126.9   | 68.95    | 8.7498                 | 18:00   | 3.089                  |
| 20:00      | 126.6   | 66.8     | 8.4569                 | 20:00   | 3.089                  |
| 22:00      | 127.9   | 7.9      | 1.0104                 | 22:00   | 0.678                  |
| Nivel dos  |         |          |                        |         |                        |
| Práctico   |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora       | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00      | 129.5   | 0.00     | 0.0000                 | 06:00   | 0.00                   |
| 08:00      | 129     | 0.00     | 0.0000                 | 08:00   | 0.00                   |
| 10:00      | 129.1   | 0.00     | 0.0000                 | 10:00   | 0.00                   |
| 12:00      | 128.6   | 0.00     | 0.0000                 | 12:00   | 0.00                   |
| 14:00      | 129.1   | 0.00     | 0.0000                 | 14:00   | 0.00                   |
| 16:00      | 128.8   | 0.00     | 0.0000                 | 16:00   | 0.00                   |
| 18:00      | 127.1   | 62.2     | 7.9056                 | 18:00   | 4.74                   |
| 20:00      | 127.4   | 62.7     | 7.9880                 | 20:00   | 4.74                   |
| 22:00      | 127.1   | 5.36     | 0.6813                 | 22:00   | 0.68                   |
| Nivel tres |         |          |                        |         |                        |
| Práctico   |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora       | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00      | 129.6   | 0.00     | 0.0000                 | 06:00   | 0.00                   |
| 08:00      | 129.2   | 0.00     | 0.0000                 | 08:00   | 0.00                   |
| 10:00      | 129.1   | 0.00     | 0.0000                 | 10:00   | 0.00                   |
| 12:00      | 129.1   | 0.00     | 0.0000                 | 12:00   | 0.00                   |
| 14:00      | 128.8   | 35.00    | 4.5080                 | 14:00   | 2.17                   |
| 16:00      | 128.7   | 39.20    | 5.0450                 | 16:00   | 2.17                   |
| 18:00      | 127     | 57.7     | 7.3279                 | 18:00   | 3.48                   |
| 20:00      | 127.1   | 59.2     | 7.5243                 | 20:00   | 3.48                   |
| 22:00      | 127.5   | 4.35     | 0.5546                 | 22:00   | 0.54                   |

**Cuadro 19. Medición de consumo energético versus consumo energético teórico, módulo I (plan sabatino).**

| Nivel uno |         |          |                        |         |                        |
|-----------|---------|----------|------------------------|---------|------------------------|
| Práctico  |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora      | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00     | 129.2   | 2.11     | 0.2726                 | 06:00   | 0.267                  |
| 08:00     | 129.1   | 22.2     | 2.8660                 | 08:00   | 1.803                  |
| 10:00     | 128.9   | 21.55    | 2.7778                 | 10:00   | 1.803                  |
| 12:00     | 128.7   | 20.5     | 2.6384                 | 12:00   | 1.803                  |
| 14:00     | 129     | 20.9     | 2.6961                 | 14:00   | 1.803                  |
| 16:00     | 128.7   | 21.6     | 2.7799                 | 16:00   | 1.803                  |
| 18:00     | 127.1   | 6.95     | 0.8833                 | 18:00   | 0.622                  |
| 20:00     | 127.6   | 4.9      | 0.6252                 | 20:00   | 0.622                  |
| 22:00     | 127.5   | 4.9      | 0.6248                 | 22:00   | 0.622                  |
| Nivel dos |         |          |                        |         |                        |
| Práctico  |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora      | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00     | 129.4   | 1.60     | 0.2070                 | 06:00   | 0.204                  |
| 08:00     | 129.1   | 28.20    | 3.6406                 | 08:00   | 2.542                  |
| 10:00     | 129.1   | 28.45    | 3.6729                 | 10:00   | 2.542                  |
| 12:00     | 128.5   | 28.40    | 3.6494                 | 12:00   | 2.542                  |
| 14:00     | 128.9   | 28.30    | 3.6479                 | 14:00   | 2.542                  |
| 16:00     | 128.8   | 29.14    | 3.7532                 | 16:00   | 2.542                  |
| 18:00     | 127     | 5.4      | 0.6858                 | 18:00   | 0.547                  |
| 20:00     | 127     | 4.32     | 0.5486                 | 20:00   | 0.547                  |
| 22:00     | 127.2   | 4.3      | 0.5470                 | 22:00   | 0.547                  |

**Cuadro 20. Medición de consumo energético versus consumo energético teórico, módulo II (plan sabatino).**

| Nivel uno  |         |          |                        |         |                        |
|------------|---------|----------|------------------------|---------|------------------------|
| Práctico   |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora       | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00      | 129.5   | 4.4      | 0.5698                 | 06:00   | 0.108                  |
| 08:00      | 129     | 16.5     | 2.1285                 | 08:00   | 0.792                  |
| 10:00      | 128.9   | 16.6     | 2.1397                 | 10:00   | 0.792                  |
| 12:00      | 128.9   | 16.1     | 2.0753                 | 12:00   | 0.792                  |
| 14:00      | 128.7   | 17.9     | 2.3037                 | 14:00   | 0.792                  |
| 16:00      | 128.8   | 15.1     | 1.9449                 | 16:00   | 0.792                  |
| 18:00      | 126.9   | 8.8      | 1.1167                 | 18:00   | 0.678                  |
| 20:00      | 126.6   | 8.6      | 1.0888                 | 20:00   | 0.678                  |
| 22:00      | 127.1   | 8.8      | 1.1185                 | 22:00   | 0.678                  |
| Nivel dos  |         |          |                        |         |                        |
| Práctico   |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora       | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00      | 129.5   | 4.50     | 0.5828                 | 06:00   | 0.58                   |
| 08:00      | 129     | 36.90    | 4.7601                 | 08:00   | 3.46                   |
| 10:00      | 129.1   | 37.00    | 4.7767                 | 10:00   | 3.46                   |
| 12:00      | 128.6   | 36.10    | 4.6425                 | 12:00   | 3.46                   |
| 14:00      | 129.1   | 36.70    | 4.7380                 | 14:00   | 3.46                   |
| 16:00      | 128.8   | 37.00    | 4.7656                 | 16:00   | 3.46                   |
| 18:00      | 127.1   | 6.6      | 0.8389                 | 18:00   | 0.68                   |
| 20:00      | 127.4   | 5.4      | 0.6880                 | 20:00   | 0.68                   |
| 22:00      | 127.1   | 5.36     | 0.6813                 | 22:00   | 0.68                   |
| Nivel tres |         |          |                        |         |                        |
| Práctico   |         |          |                        | Teórico |                        |
| Hora       | Voltaje | Amperaje | Consumo energético kWh | Hora    | Consumo energético kWh |
| 06:00      | 129.7   | 4.20     | 0.5447                 | 06:00   | 0.54                   |
| 08:00      | 129.1   | 24.20    | 3.1242                 | 08:00   | 2.17                   |
| 10:00      | 129     | 28.30    | 3.6507                 | 10:00   | 2.17                   |
| 12:00      | 129     | 27.80    | 3.5862                 | 12:00   | 2.17                   |
| 14:00      | 128.8   | 27.70    | 3.5678                 | 14:00   | 2.17                   |
| 16:00      | 128.6   | 30.20    | 3.8837                 | 16:00   | 2.17                   |
| 18:00      | 127.6   | 6.2      | 0.7911                 | 18:00   | 0.54                   |
| 20:00      | 127.2   | 4.3      | 0.5470                 | 20:00   | 0.54                   |
| 22:00      | 127.3   | 4.35     | 0.5538                 | 22:00   | 0.54                   |

## Anexo 9.8. Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética para el CUNSUROC.

### Cuadro 21. Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC.

| Módulo I |              |          |         |            |           |                   |                           |                             |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
|----------|--------------|----------|---------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Nivel    | Aula         | Cantidad | Tipo    | Tecnología | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| 1        | 1            | 8        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 0  | 264                 | 114.05              | 1368.58            | 1.4644                                   |
| 1        | 1            | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1850                                   | 12                                | 0  | 264                 | 9.50                | 114.05             | 0.1220                                   |
| 1        | 2            | 5        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 0  | 264                 | 71.28               | 855.36             | 0.9152                                   |
| 1        | 2            | 1        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 0  | 264                 | 14.26               | 171.07             | 0.1830                                   |
| 1        | 2            | 3        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1850                                   | 12                                | 0  | 264                 | 14.26               | 171.07             | 0.1830                                   |
| 1        | 3            | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 0  | 264                 | 28.51               | 342.14             | 0.3661                                   |
| 1        | 3            | 4        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1850                                   | 12                                | 0  | 264                 | 19.01               | 228.10             | 0.2441                                   |
| 1        | 4            | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 0  | 264                 | 28.51               | 342.14             | 0.3661                                   |
| 1        | 4            | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 0  | 264                 | 28.51               | 342.14             | 0.3661                                   |
| 1        | 4            | 8        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 0  | 264                 | 114.05              | 1368.58            | 1.4644                                   |
| 1        | 5            | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 1.32                | 15.84              | 0.0169                                   |
| 1        | 5            | 4        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 19.01               | 228.10             | 0.2441                                   |
| 1        | 6            | 3        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 5.76                | 69.12              | 0.0740                                   |
| 1        | 6            | 1        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 6.91                | 82.94              | 0.0888                                   |
| 1        | 6            | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 13.82               | 165.89             | 0.1775                                   |
| 1        | 7            | 7        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 48.38               | 580.61             | 0.6213                                   |
| 1        | 8            | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 62.21               | 746.50             | 0.7988                                   |
| 1        | 9            | 8        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 55.30               | 663.55             | 0.7100                                   |
| 1        | Baño damas   | 2        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 3                                 | 2  | 74                  | 2.22                | 26.64              | 0.0285                                   |
| 1        | Baño varones | 2        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 3                                 | 2  | 74                  | 2.22                | 26.64              | 0.0285                                   |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Nivel | Aula         | Cantidad | Tipo    | Tecnología | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|-------|--------------|----------|---------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| 1     | Gradas       | 1        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 3.70                | 44.35              | 0.0475                                   |
| 1     | Gradas       | 2        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 9.24                | 110.88             | 0.1186                                   |
| 1     | Pasillo      | 12       | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 55.44               | 665.28             | 0.7118                                   |
| 1     | Pasillo      | 4        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 18.48               | 221.76             | 0.2373                                   |
| 1     | Pasillo      | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 33.26               | 399.17             | 0.4271                                   |
| 2     | 1            | 1        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 1.54                | 18.43              | 0.0197                                   |
| 2     | 1            | 3        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 20.74               | 248.83             | 0.2663                                   |
| 2     | 2            | 6        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 28.51               | 342.14             | 0.3661                                   |
| 2     | 3            | 2        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 3.84                | 46.08              | 0.0493                                   |
| 2     | 3            | 3        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 20.74               | 248.83             | 0.2663                                   |
| 2     | 4            | 5        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 34.56               | 414.72             | 0.4438                                   |
| 2     | 5            | 5        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 34.56               | 414.72             | 0.4438                                   |
| 2     | 6            | 2        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 3.07                | 36.86              | 0.0394                                   |
| 2     | 6            | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 13.82               | 165.89             | 0.1775                                   |
| 2     | 7            | 6        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 6                                 | 10                                       | 172                 | 55.73               | 668.74             | 0.7155                                   |
| 2     | 8            | 5        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 6                                 | 10                                       | 172                 | 46.44               | 557.28             | 0.5963                                   |
| 2     | 9            | 8        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 131.33              | 1575.94            | 1.6863                                   |
| 2     | 9            | 3        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1850                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 16.42               | 196.99             | 0.2108                                   |
| 2     | 10           | 6        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1850                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 32.83               | 393.98             | 0.4216                                   |
| 2     | 11           | 3        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 49.25               | 590.98             | 0.6323                                   |
| 2     | 11           | 3        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1850                                   | 0                                 | 10                                       | 40                  | 2.16                | 25.92              | 0.0277                                   |
| 2     | Baño damas   | 1        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 0.98                | 11.81              | 0.0126                                   |
| 2     | Baño damas   | 1        | Lámpara | LED        | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1710                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 1.48                | 17.71              | 0.0190                                   |
| 2     | Baño varones | 1        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 0.98                | 11.81              | 0.0126                                   |
| 2     | Baño varones | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 1.23                | 14.76              | 0.0158                                   |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Nivel   | Aula           | Cantidad | Tipo    | Tecnología | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|---|----------------|----------|---------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| 2   | Gradas         | 2        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 9.24                | 110.88             | 0.1186                                   |
| 2   | Pasillo        | 4        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 14.78               | 177.41             | 0.1898                                   |
| 2   | Pasillo        | 8        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 36.96               | 443.52             | 0.4746                                   |
| 2   | Pasillo        | 1        | Foco    | LED        | Luxlite   | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 50                             | 5000                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 15.40               | 184.80             | 0.1977                                   |
| 2   | Pasillo        | 1        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 16.63               | 199.58             | 0.2136                                   |
| 2   | Pasillo        | 1        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 16.63               | 199.58             | 0.2136                                   |
| 3   | Administración | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 49.90               | 598.75             | 0.6407                                   |
| 3   | Agronomía      | 12       | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 13                                | 0  | 286                 | 123.55              | 1482.62            | 1.5864                                   |
| 3   | Alimentos      | 12       | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 13                                | 0  | 286                 | 123.55              | 1482.62            | 1.5864                                   |
| 3   | Aula 1         | 6        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 6                                 | 10                                       | 172                 | 37.15               | 445.82             | 0.4770                                   |
| 3   | Aula 2         | 6        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 27.65               | 331.78             | 0.3550                                   |
| 3   | Aula 3         | 6        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 7                                 | 10                                       | 194                 | 41.90               | 502.85             | 0.5380                                   |
| 3   | Baño damas     | 2        | Lámpara | LED        | Stern     | 120               | 16                        | 2                           | 32                             | 2240                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 5.25                | 62.98              | 0.0674                                   |
| 3   | Baño varones   | 2        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 1.97                | 23.62              | 0.0253                                   |
| 3   | Derecho        | 6        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 33.26               | 399.17             | 0.4271                                   |
| 3   | IGAL           | 6        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 33.26               | 399.17             | 0.4271                                   |
| 3   | Pasillo        | 5        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 18.48               | 221.76             | 0.2373                                   |
| 3   | Pasillo        | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 4.62                | 55.44              | 0.0593                                   |
| 3   | Pasillo        | 5        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 23.10               | 277.20             | 0.2966                                   |
| 3   | Pasillo        | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 12                                | 11                                       | 308                 | 22.18               | 266.11             | 0.2847                                   |
| 3   | Pedagogía      | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 7                                 | 11                                       | 198                 | 64.15               | 769.82             | 0.8237                                   |
| 3   | Trabajo social | 6        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 33.26               | 399.17             | 0.4271                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |                |          |         |            |           |                   |                           |                             | 34.31                          | 3494.78                                | <b>Total</b>                      |  |                     | 2032.30             | 24387.58           | 26.0947                                  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |                |          |         |            |           |                   |                           |                             | 101.8486                       |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Módulo II |                      |          |         |            |           |                   |                           |                             |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
|-----------|----------------------|----------|---------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Nivel     | Aula                 | Cantidad | Tipo    | Tecnología | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| 1         | 1                    | 9        | Foco    | LED        | Volteck   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1050                                   | 12                                | 10                                       | 304                 | 32.83               | 393.98             | 0.4216                                   |
| 1         | 2                    | 9        | Foco    | LED        | Volteck   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1050                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 13.82               | 165.89             | 0.1775                                   |
| 1         | 3                    | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 62.21               | 746.50             | 0.7988                                   |
| 1         | Baño Damas           | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 1.23                | 14.76              | 0.0158                                   |
| 1         | Baño Varones         | 2        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 2.46                | 29.52              | 0.0316                                   |
| 1         | Gradas               | 3        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 15.84               | 190.08             | 0.2034                                   |
| 1         | Laboratorio 1        | 9        | Foco    | LED        | Light-tec | 100-240           | No aplica                 | No aplica                   | 30                             | 2700                                   | 5.6                               | 0  | 123.2               | 33.26               | 399.17             | 0.4271                                   |
| 1         | Laboratorio 2        | 9        | Lámpara | LED        | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3420                                   | 2.4                               | 0  | 52.8                | 17.11               | 205.29             | 0.2197                                   |
| 1         | Laboratorio 3        | 3        | Lámpara | LED        | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3420                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 2.38                | 28.51              | 0.0305                                   |
| 1         | Laboratorio 3        | 6        | Lámpara | LED        | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3420                                   | 6                                 | 0  | 132                 | 28.51               | 342.14             | 0.3661                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 5                                 | 0  | 110                 | 11.88               | 142.56             | 0.1525                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 5                                 | 0  | 110                 | 11.88               | 142.56             | 0.1525                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 2.38                | 28.51              | 0.0305                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 2.38                | 28.51              | 0.0305                                   |
| 1         | Laboratorio de Aguas | 1        | Lámpara | LED        | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3420                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.79                | 9.50               | 0.0102                                   |
| 1         | Pasillo              | 18       | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 76.03               | 912.38             | 0.9763                                   |
| 1         | Pasillo              | 4        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 21.12               | 253.44             | 0.2712                                   |
| 1         | Pasillo              | 7        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 36.96               | 443.52             | 0.4746                                   |
| 1         | Pasillo I-II         | 1        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 4.22                | 50.69              | 0.0542                                   |
| 1         | Pasillo I-II         | 3        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 15.84               | 190.08             | 0.2034                                   |
| 2         | 1                    | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 62.21               | 746.50             | 0.7988                                   |
| 2         | 2                    | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 62.21               | 746.50             | 0.7988                                   |
| 2         | 3                    | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 62.21               | 746.50             | 0.7988                                   |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Nivel   | Aula                  | Cantidad | Tipo    | Tecnología | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|---|-----------------------|----------|---------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| 2   | 4                     | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 62.21               | 746.50             | 0.7988                                   |
| 2   | 5                     | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 62.21               | 746.50             | 0.7988                                   |
| 2   | 6                     | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 62.21               | 746.50             | 0.7988                                   |
| 2   | 7                     | 9        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 62.21               | 746.50             | 0.7988                                   |
| 2   | Baño Damas            | 2        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 2.46                | 29.52              | 0.0316                                   |
| 2   | Baño Varones          | 1        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 0.98                | 11.81              | 0.0126                                   |
| 2   | Baño Varones          | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 1.23                | 14.76              | 0.0158                                   |
| 2   | Gradas                | 3        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 15.84               | 190.08             | 0.2034                                   |
| 2   | Pasillo               | 19       | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 80.26               | 963.07             | 1.0305                                   |
| 2   | Pasillo               | 15       | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 79.20               | 950.40             | 1.0169                                   |
| 3   | Aula de computación   |          |         |            |           |                   | No aplica                 | No aplica                   |                                |  | 0                                 | 0  | 0                   | 0.00                | 0.00               | 0.0000                                   |
| 3   | Baño damas            | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 1.23                | 14.76              | 0.0158                                   |
| 3   | Baño varones          | 2        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 3                                 | 4  | 82                  | 2.46                | 29.52              | 0.0316                                   |
| 3   | Biblioteca            | 3        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 7                                 | 10                                       | 194                 | 31.43               | 377.14             | 0.4035                                   |
| 3   | Biblioteca            | 7        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 7                                 | 10                                       | 194                 | 73.33               | 879.98             | 0.9416                                   |
| 3   | Biblioteca            | 15       | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 4                           | 72                             | 7400                                   | 7                                 | 10                                       | 194                 | 209.52              | 2514.24            | 2.6902                                   |
| 3   | Pasillo               | 19       | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 100.32              | 1203.84            | 1.2881                                   |
| 3   | Pasillo               | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 5.28                | 63.36              | 0.0678                                   |
| 3   | Pasillo               | 1        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 1                           | 18                             | 1850                                   | 12                                | 22                                       | 352                 | 6.34                | 76.03              | 0.0814                                   |
| 3   | Salón de proyecciones | 18       | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 23.76               | 285.12             | 0.3051                                   |
| 3   | Salón de proyecciones | 5        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 4                                 | 0  | 88                  | 23.76               | 285.12             | 0.3051                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |                       |          |         |            |           |                   |                           |                             | 31.88                          | 3215.81                                | <b>Total</b>                      |  |                     | 1485.99             | 17831.82           | 19.0800                                  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |                       |          |         |            |           |                   |                           |                             | 100.8607                       |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Área administrativa |  |          |         |            |           |                   |                           |                             |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
|---------------------|--|----------|---------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Nivel               | Aula                                   | Cantidad | Tipo    | Tecnología | Marca     | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| 1                   | Área de cafetera                       | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.33                | 3.96               | 0.0042                                   |
| 1                   | Audiovisual                            | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 2.31                | 27.72              | 0.0297                                   |
| 1                   | Audiovisual                            | 2        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 5                                 | 0  | 110                 | 11.88               | 142.56             | 0.1525                                   |
| 1                   | Aula                                   | 16       | Foco    | LED        | Volteck   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1050                                   | 4                                 | 10                                       | 128                 | 24.58               | 294.91             | 0.3156                                   |
| 1                   | Baño damas                             | 1        | Foco    | LED        | Volteck   | 127               | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1050                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.26                | 3.17               | 0.0034                                   |
| 1                   | Baño varones                           | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.33                | 3.96               | 0.0042                                   |
| 1                   | Bodega de archivo                      | 1        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 1                                 | 0  | 22                  | 0.26                | 3.17               | 0.0034                                   |
| 1                   | Control académico                      | 4        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 9                              | 900                                    | 4                                 | 4  | 104                 | 3.74                | 44.93              | 0.0481                                   |
| 1                   | Coordinación académica                 | 2        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 7.5                               | 0  | 165                 | 3.96                | 47.52              | 0.0508                                   |
| 1                   | Dirección                              | 1        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 7.5                               | 0  | 165                 | 5.94                | 71.28              | 0.0763                                   |
| 1                   | Dirección                              | 1        | Lámpara | LED        | Luxlite   | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3420                                   | 7.5                               | 0  | 165                 | 5.94                | 71.28              | 0.0763                                   |
| 1                   | Orientación vocacional                 | 1        | Lámpara | LED        | Light-tec | 85-265            | 18                        | 2                           | 36                             | 3700                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 5.54                | 66.53              | 0.0712                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 2        | Foco    | LED        | Luxlite   | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 50                             | 5000                                   | 12                                | 12                                       | 312                 | 31.20               | 374.40             | 0.4006                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 6        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 5                              | 450                                    | 12                                | 12                                       | 312                 | 9.36                | 112.32             | 0.1202                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 11       | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 12                                | 12                                       | 312                 | 41.18               | 494.21             | 0.5288                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 6        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 12                                       | 312                 | 28.08               | 336.96             | 0.3605                                   |
| 1                   | Pasillo                                | 1        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 12                                | 12                                       | 312                 | 4.68                | 56.16              | 0.0601                                   |
| 1                   | Planificación y asistente de dirección | 2        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 5.5                               | 0  | 121                 | 2.90                | 34.85              | 0.0373                                   |
| 1                   | Planificación y asistente de dirección | 1        | Foco    | LED        | Luxlite   | 85-265            | No aplica                 | No aplica                   | 12                             | 1200                                   | 5.5                               | 0  | 121                 | 1.45                | 17.42              | 0.0186                                   |
| 1                   | Salón Consejo                          | 2        | Foco    | LED        | Sylvania  | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 1500                                   | 7                                 | 0  | 154                 | 4.62                | 55.44              | 0.0593                                   |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Nivel   | Aula          | Cantidad  | Tipo         | Tecnología | Marca             | Tensión (voltios)         | Potencia por tubo (watts)   | Arreglo (cantidad de tubos)    | Potencia por luminaria (watts)         | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)        | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
|---|---------------|-----------|--------------|------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|---------------------|---------------------|--|--|
| 1   | Salón Consejo | 1         | Lámpara      | LED        | Light-tec         | 85-265                    | 18                          | 2                              | 36                                     | 3700                                   | 7  | 0  | 154                 | 5.54                | 66.53                                    | 0.0712                                   |
| 1   | Secretaría    | 9         | Foco         | LED        | Luxlite           | 85-265                    | No aplica                   | No aplica                      | 12                                     | 1200                                   | 8  | 0  | 176                 | 19.01               | 228.10                                   | 0.2441                                   |
| 1   | Secretaría    | 1         | Foco         | LED        | Volteck           | 127                       | No aplica                   | No aplica                      | 12                                     | 1050                                   | 8  | 0  | 176                 | 2.11                | 25.34                                    | 0.0271                                   |
| 1   | Secretaría    | 1         | Lámpara      | LED        | Light-tec         | 85-265                    | 18                          | 2                              | 36                                     | 3700                                   | 8  | 0  | 176                 | 6.34                | 76.03                                    | 0.0814                                   |
| 1   | Tesorería     | 1         | Foco         | LED        | Sylvania          | 120-127                   | No aplica                   | No aplica                      | 15                                     | 1500                                   | 8  | 0  | 176                 | 2.64                | 31.68                                    | 0.0339                                   |
| 1   | Tesorería     | 2         | Foco         | LED        | Sylvania          | 120-127                   | No aplica                   | No aplica                      | 15                                     | 1500                                   | 8  | 0  | 176                 | 5.28                | 63.36                                    | 0.0678                                   |
| 1   | Tesorero      | 1         | Foco         | LED        | Sylvania          | 120-127                   | No aplica                   | No aplica                      | 15                                     | 1500                                   | 7.5                                      | 0  | 165                 | 2.48                | 29.70                                    | 0.0318                                   |
| <b>Promedio</b>   |               |           |              |            |                   |                           |                             |                                | 20.04                                  | 1998.89                                | <b>Total</b>                             |  |                     | 231.96              | 2783.48                                  | 2.9783                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b>     |               |           |              |            |                   |                           |                             |                                | 99.7597                                |  |  |  |                     |                     |  |  |
| <b>Salón de usos múltiples Dra. Alba Ruth Maldonado</b> |               |           |              |            |                   |                           |                             |                                |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Ubicación   | Cantidad      | Tipo      | Tecnología   | Marca      | Tensión (voltios) | Potencia por tubo (watts) | Arreglo (cantidad de tubos) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)      | Horas de uso promedio por mes en eventos | Horas de uso al mes                      | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW)  | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |  |
| Exterior  | 1             | Foco      | Fluorescente | Sylvania   | 120-127           | No aplica                 | No aplica                   | 25                             | 1600                                   | 0                                      | 0.00                                     | 0.00                                     | 0.00                | 0.00                | 0.0000                                   |  |
| Ingreso   | 2             | Foco      | Fluorescente | Luxlite    | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 720                                    | 0                                      | 0.00                                     | 0.00                                     | 0.00                | 0.00                | 0.0000                                   |  |
| Interior  | 10            | Foco      | LED          | Luxlite    | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 50                             | 5,000                                  | 4                                      | 16.37                                    | 104.37                                   | 52.19               | 626.23              | 0.6701                                   |  |
| Interior  | 12            | Foco      | Fluorescente | Luxlite    | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 15                             | 720                                    | 0                                      | 0.00                                     | 0.00                                     | 0.00                | 0.00                | 0.0000                                   |  |
| Baños   | 6             | Lámpara   | LED          | Light-tec  | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 0.5                                    | 16.37                                    | 27.37                                    | 8.87                | 106.42              | 0.1139                                   |  |
| Ingreso   | 2             | Lámpara   | LED          | Light-tec  | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 0                                      | 16.37                                    | 16.37                                    | 1.77                | 21.22               | 0.0227                                   |  |
| Oficinas  | 8             | Lámpara   | LED          | Light-tec  | 85-265            | 18                        | 3                           | 54                             | 5550                                   | 7                                      | 0.00                                     | 154.00                                   | 66.53               | 798.34              | 0.8542                                   |  |
| Exterior  | 20            | Reflector | Halógeno     | Luxlite    | 110-130           | No aplica                 | No aplica                   | 75                             | 1,500                                  | 0                                      | 0.00                                     | 0.00                                     | 0.00                | 0.00                | 0.0000                                   |  |
| <b>Promedio</b>   |               |           |              |            |                   |                           |                             |                                | 42.75                                  | 3,274                                  | <b>Total</b>                             |  |                     | 129.35              | 1552.20                                  | 1.6609                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b>     |               |           |              |            |                   |                           |                             |                                | 76.5789                                |  |  |  |                     |                     |  |  |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Parqueo de vehículos del CUNSUROC                   |          |              |            |                   |                                |  |                                   |  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |
|---|----------|--------------|------------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|--|---------------------|--------------------|--|
| Cantidad  | Tipo     | Tecnología   | Marca      | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                    | Consumo al mes (kW)               | Consumo anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |                     |                    |  |
| 2   | Foco     | LED          | Luxlite    | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                                    | 36.00                             | 432.00                                   | 0.4622                                   |                     |                    |  |
| 4   | Foco     | LED          | Sylvania   | 120-127           | 15                             | 1500                                   | 12                                | 24                                       | 360                                    | 21.60                             | 259.20                                   | 0.2773                                   |                     |                    |  |
| <b>Promedio</b>                                     |          |              |            |                   | 32.5                           | 3250                                   | <b>Total</b>                      |  |  | 57.60                             | 691.20                                   | 0.7396                                   |                     |                    |  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |              |            |                   | 100                            |  |                                   |  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |
| Módulo odontológico                                 |          |              |            |                   |                                |  |                                   |  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |
| Ubicación   | Cantidad | Tipo         | Tecnología | Marca             | Tensión (voltios)              | Potencia por tubo (watts)              | Arreglo (cantidad de tubos)       | Potencia por luminaria (watts)           | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                      | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| Aula 1  | 1        | Foco         | LED        | Tecnolite         | 100-240                        | No aplica                              | No aplica                         | 20                                       | 1800                                   | 6                                 | 0  | 132                                      | 2.64                | 31.68              | 0.0339                                   |
| Aula 2  | 1        | Foco         | LED        | Luxlite           | 85-265                         | No aplica                              | No aplica                         | 30                                       | 2700                                   | 6                                 | 0  | 132                                      | 3.96                | 47.52              | 0.0508                                   |
| Aula 2  | 1        | Foco         | LED        | Luxlite           | 85-265                         | No aplica                              | No aplica                         | 30                                       | 2700                                   | 6                                 | 0  | 132                                      | 3.96                | 47.52              | 0.0508                                   |
| Bodega  | 1        | Foco         | LED        | Sylvania          | 120-127                        | No aplica                              | No aplica                         | 15                                       | 1500                                   | 0                                 | 0  | 0  | 0.00                | 0.00               | 0.0000                                   |
| Clínica   | 3        | Foco         | LED        | Luxlite           | 110-130                        | No aplica                              | No aplica                         | 50                                       | 5000                                   | 5                                 | 0  | 110                                      | 16.50               | 198.00             | 0.2119                                   |
| Clínica   | 2        | Foco         | LED        | Sylvania          | 120-127                        | No aplica                              | No aplica                         | 15                                       | 1500                                   | 1                                 | 0  | 22                                       | 0.66                | 7.92               | 0.0085                                   |
| Pasillo   | 1        | Foco         | LED        | Luxlite           | 110-130                        | No aplica                              | No aplica                         | 50                                       | 5000                                   | 12                                | 22                                       | 352                                      | 17.60               | 211.20             | 0.2260                                   |
| Pasillo   | 4        | Foco         | LED        | Sylvania          | 120-127                        | No aplica                              | No aplica                         | 15                                       | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                                      | 21.12               | 253.44             | 0.2712                                   |
| Pasillo   | 1        | Foco         | LED        | Sylvania          | 120-127                        | No aplica                              | No aplica                         | 15                                       | 1500                                   | 12                                | 22                                       | 352                                      | 5.28                | 63.36              | 0.0678                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |          |              |            |                   |                                |  |                                   | 26.67                                    | 2577.78                                | <b>Total</b>                      |  |  | 71.72               | 860.64             | 0.9209                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |              |            |                   |                                |  |                                   | 96.6667                                  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |
| Cancha polideportiva                                |          |              |            |                   |                                |  |                                   |  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |
| Cantidad  | Tipo     | Tecnología   | Marca      | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                    | Consumo al mes (kW)               | Consumo anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |                     |                    |  |
| 1   | Foco     | LED          | Luxlite    | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                                    | 18.00                             | 216.00                                   | 0.2311                                   |                     |                    |  |
| 2   | Foco     | Fluorescente | Sylvania   | 120-127           | 105                            | 6000                                   | 0                                 | 0  | 0                                      | 0.00                              | 0.00                                     | 0.0000                                   |                     |                    |  |
| 8   | Lámpara  | Metalarc     | Luxlite    | 208-240           | 400                            | 38000                                  | 0.022                             | 0  | 0.66                                   | 2.10                              | 25.25                                    | 0.0270                                   |                     |                    |  |
| <b>Promedio</b>                                     |          |              |            |                   | 185                            | 16333.33                               | <b>Total</b>                      |  |  | 20.10                             | 241.25                                   | 0.2581                                   |                     |                    |  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |              |            |                   | 88.2883                        |  |                                   |  |  |                                   |  |  |                     |                    |  |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Planta piloto                                       |                                   |            |          |                   |                                |  |                                   |  |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
|---|-----------------------------------|------------|----------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Nivel   | Ubicación                         | Cantidad   | Tipo     | Tecnología        | Marca                          | Tensión (voltios)                      | Potencia por tubo (watts)         | Arreglo (cantidad de tubos)              | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo Anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| 1   | Puerta de ingreso                 | 1          | Foco     | LED               | Luxite                         | 110-130                                | No aplica                         | No aplica                                | 50                             | 5000                                   | 12.00                             | 24                                       | 360                 | 18.00               | 216.00             | 0.2311                                   |
| 1   | Pila                              | 1          | Foco     | LED               | Luxite                         | 110-130                                | No aplica                         | No aplica                                | 50                             | 5000                                   | 12.00                             | 24                                       | 360                 | 18.00               | 216.00             | 0.2311                                   |
| 1   | Parte de atrás                    | 2          | Foco     | LED               | Luxite                         | 110-130                                | No aplica                         | No aplica                                | 50                             | 5000                                   | 12.00                             | 24                                       | 360                 | 18.00               | 216.00             | 0.2311                                   |
| 1   | Baño damas                        | 1          | Foco     | LED               | Luxite                         | 85-265                                 | No aplica                         | No aplica                                | 12                             | 1200                                   | 0.10                              | 0  | 2.2                 | 0.03                | 0.32               | 0.0003                                   |
| 1   | Baño varones                      | 1          | Foco     | LED               | Luxite                         | 85-265                                 | No aplica                         | No aplica                                | 12                             | 1200                                   | 0.10                              | 0  | 2.2                 | 0.03                | 0.32               | 0.0003                                   |
| 1   | Sala de conferencias              | 1          | Foco     | LED               | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 15                             | 1500                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                | 0.00                | 0.04               | 0.0000                                   |
| 1   | Administración y bodega           | 1          | Foco     | LED               | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 15                             | 1500                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                | 0.00                | 0.04               | 0.0000                                   |
| 1   | Bodega de suministros             | 1          | Foco     | LED               | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 15                             | 1500                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                | 0.00                | 0.04               | 0.0000                                   |
| 2   | Salón de biotecnología            | 1          | Foco     | LED               | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 15                             | 1500                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                | 0.00                | 0.04               | 0.0000                                   |
| 1   | Sala de conferencias              | 1          | Foco     | LED               | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 15                             | 1500                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                | 0.00                | 0.04               | 0.0000                                   |
| 1   | Caldera                           | 1          | Foco     | LED               | Sylvania                       | 120-127                                | No aplica                         | No aplica                                | 15                             | 1500                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                | 0.00                | 0.04               | 0.0000                                   |
| 1   | Salón de procesos                 | 3          | Foco     | Metalarc          | Philips                        | 220-240                                | No aplica                         | No aplica                                | 400                            | 30000                                  | 1.20                              | 0  | 26.4                | 31.68               | 380.16             | 0.4068                                   |
| 1   | Laboratorio de control de calidad | 2          | Lámpara  | LED               | Light-tec                      | 85-265                                 | 18                                | 3  | 54                             | 5550                                   | 0.01                              | 0  | 0.22                | 0.02                | 0.29               | 0.0003                                   |
| 2   | Laboratorio de análisis sensorial | 2          | Lámpara  | LED               | Light-tec                      | 85-265                                 | 18                                | 3  | 54                             | 5550                                   | 0.73                              | 0  | 16                  | 1.73                | 20.74              | 0.0222                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |                                   |            |          |                   |                                |  |                                   |  | 55.14                          | 4821.43                                | <b>Total</b>                      |  |                     | 87.50               | 1050.05            | 1.1236                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |                                   |            |          |                   |                                |  |                                   |  | 87.4352                        |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
| Paso peatonal                                       |                                   |            |          |                   |                                |  |                                   |  |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
| Cantidad  | Tipo                              | Tecnología | Marca    | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes            | Consumo al mes (kW)                    | Consumo Anual (kW)                | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |                     |                     |                    |  |
| 11  | Foco                              | LED        | Sylvania | 120-127           | 15                             | 1500                                   | 4                                 | 8  | 120                            | 19.8                                   | 237.6                             | 0.2542                                   |                     |                     |                    |  |
| <b>Eficiencia energética promedio Lúmenes/watts</b> |                                   |            |          |                   | 100                            |  |                                   |  |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Parqueo de vehículos                                |          |            |              |                   |                                |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
|---|----------|------------|--------------|-------------------|--------------------------------|--|--|--|--|---------------------|---------------------|--|--|
| Ubicación   | Cantidad | Tipo       | Tecnología   | Marca             | Tensión (voltios)              | Potencia por luminaria (watts)         | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)        | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| A un costado de paso peatonal                       | 2        | Foco       | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | 105                                    | 6000                                   | 0  | 0  | 0                   | 0                   | 0  | 0  |
| AEUSO   | 1        | Foco       | Fluorescente | Sylvania          | 120-127                        | 105                                    | 6000                                   | 0  | 0  | 0                   | 0                   | 0  | 0  |
| Escenario   | 2        | Foco       | LED          | Light-tec         | 85-265                         | 80                                     | 9920                                   | 11                                       | 22                                       | 330                 | 26.4                | 316.8                                    | 0.3390                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |          |            |              |                   |                                | 96.67                                  | 7306.67                                | <b>Total</b>                             |  |                     | 26.4                | 316.8                                    | 0.3390                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |            |              |                   |                                | 75.5862                                |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Parqueo de motos                                    |          |            |              |                   |                                |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Cantidad  | Tipo     | Tecnología | Marca        | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)      | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes                      | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW)  | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |  |
| 1   | Lámpara  | LED        | Light-tec    | 85-265            | 80                             | 9920                                   | 11                                     | 22                                       | 330                                      | 26.4                | 316.8               | 0.3390                                   |  |
| 1   | Foco     | LED        | Luxlite      | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 11                                     | 22                                       | 330                                      | 16.5                | 198                 | 0.2119                                   |  |
| 2   | Foco     | LED        | Luxlite      | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 11                                     | 22                                       | 330                                      | 33                  | 396                 | 0.4237                                   |  |
| <b>Promedio</b>                                     |          |            |              |                   | 60                             | 6640                                   | <b>Total</b>                           |  |  | 75.9                | 910.8               | 0.9746                                   |  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |            |              |                   | 110.6667                       |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| Parqueo de buses uno y dos                          |          |            |              |                   |                                |  |  |  |  |                     |                     |  |  |
| No. De parqueo                                      | Cantidad | Tipo       | Tecnología   | Marca             | Tensión (voltios)              | Potencia por luminaria (watts)         | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario)        | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW)                       | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| 1   | 1        | Foco       | Sodio        | General Electric  | 198-240                        | 400                                    | 45000                                  | 11                                       | 22                                       | 330                 | 132                 | 1584                                     | 1.6949                                   |
| 2   | 1        | Foco       | Sodio        | General Electric  | 198-240                        | 400                                    | 45000                                  | 11                                       | 22                                       | 330                 | 132                 | 1584                                     | 1.6949                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |          |            |              |                   |                                | 400                                    | 45000                                  | <b>Total</b>                             |  |                     | 264                 | 3168                                     | 3.3898                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |            |              |                   |                                | 112.5                                  |  |  |  |                     |                     |  |  |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Paso vehicular                                      |          |      |            |                  |                   |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
|---|----------|------|------------|------------------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Ubicación   | Cantidad | Tipo | Tecnología | Marca            | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| Módulo II a periférico                              | 1        | Foco | LED        | Luxlite          | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Periférico  | 1        | Foco | LED        | Luxlite          | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Pluma   | 1        | Foco | LED        | Luxlite          | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Parqueo vehículos CUNSUROC                          | 1        | Foco | LED        | Luxlite          | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Frente a salón de usos múltiples                    | 1        | Foco | LED        | Luxlite          | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Periférico  | 1        | Foco | LED        | Luxlite          | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Periférico  | 1        | Foco | LED        | Luxlite          | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Periférico  | 1        | Foco | LED        | Luxlite          | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Planta piloto                                       | 1        | Foco | LED        | Light-tec        | 85-265            | 80                             | 9920                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 28.8                | 345.6              | 0.3698                                   |
| Periférico  | 1        | Foco | LED        | Light-tec        | 85-265            | 80                             | 9920                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 28.8                | 345.6              | 0.3698                                   |
| Parqueo vehículos CUNSUROC                          | 1        | Foco | Metalarc   | Luxlite          | 208-240           | 400                            | 38000                                  | 4                                 | 8  | 120                 | 48                  | 576                | 0.6163                                   |
| Puente vehicular                                    | 1        | Foco | Sodio      | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144                 | 1728               | 1.8490                                   |
| Fotocopiadora                                       | 1        | Foco | Sodio      | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144                 | 1728               | 1.8490                                   |
| Frente a salón de usos múltiples                    | 1        | Foco | Sodio      | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144                 | 1728               | 1.8490                                   |
| Frente a módulo odontológico                        | 1        | Foco | Sodio      | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144                 | 1728               | 1.8490                                   |
| Periférico  | 1        | Foco | Sodio      | General Electric | 198-240           | 400                            | 45000                                  | 12                                | 24                                       | 360                 | 144                 | 1728               | 1.8490                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |          |      |            |                  |                   | 185                            | 20177.5                                | <b>Total</b>                      |  |                     | 969.6               | 11635.2            | 12.4497                                  |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |      |            |                  |                   | 109.0676                       |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |

Continuación del cuadro 21 Inventario, características y consumo energético de la propuesta de luminarias de eficiencia energética del CUNSUROC

| Otras áreas   |          |         |              |         |                   |                                |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |
|---|----------|---------|--------------|---------|-------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------|--|
| Ubicación   | Cantidad | Tipo    | Tecnología   | Marca   | Tensión (voltios) | Potencia por luminaria (watts) | Flujo luminoso por luminaria (lúmenes) | Horas de uso al día (plan diario) | Horas de uso al día (Plan fin de semana) | Horas de uso al mes | Consumo al mes (kW) | Consumo anual (kW) | Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> ) |
| Taller  | 2        | Foco    | Fluorescente | Luxlite | 110-130           | 105                            | 7000                                   | 0                                 | 0  | 0                   | 0                   | 0                  | 0.0000                                   |
| Módulo I  | 2        | Foco    | LED          | Luxlite | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 36                  | 432                | 0.4622                                   |
| Módulo II   | 1        | Foco    | LED          | Luxlite | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Módulo odontológico                                 | 1        | Foco    | LED          | Luxlite | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 18                  | 216                | 0.2311                                   |
| Basurero  | 3        | Foco    | LED          | Luxlite | 110-130           | 50                             | 5000                                   | 12                                | 24                                       | 360                 | 54                  | 648                | 0.6934                                   |
| Módulo odontológico                                 | 1        | Lámpara | Metalarc     | Philips | 220-240           | 400                            | 30000                                  | 4                                 | 8  | 120                 | 48                  | 576                | 0.6163                                   |
| <b>Promedio</b>                                     |          |         |              |         |                   | 117.5                          | 9500                                   | <b>Total</b>                      |  |                     | 174                 | 2088               | 2.2342                                   |
| <b>Eficiencia energética promedio lúmenes/watts</b> |          |         |              |         |                   | 80.8511                        |  |                                   |  |                     |                     |                    |  |

## Anexo 9.9. Cotización de luminarias LED con alta eficiencia energética.



Fecha: 25/03/19  
 Hora: 12:05:12  
 Página: 1

N.I.T. 255117-9  
 Nombre USAC/CENTRO UNIVERSITARIO SUROCCIDENTE  
 Dirección CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12 Z. GUA

Proforma No. 2062261  
 Guatemala, 25/03/19

### Comentario (Obra)

Forma de Pago: EF EFECTIVO

| Codigo | Cantidad | Catalogo         | Descripcion  | Precio Unitario | Totales  |
|--------|----------|------------------|--|-----------------|----------|
| L1323  | 5        | LT-SL/80W-W      | LAMPARA LED PARA ALUMBRADO PUBLICO 80W DL 'LIGHT-TEC'        | 1729.4300       | 8647.15  |
| B0240  | 165      | LED A60 15W 6.5K | BOMBILLA LED CLASICA 15W DL 'SYLVANIA'                       | 26.2000         | 4323.00  |
| B0229  | 49       | LED0448          | BOMBILLA LED 50W MV DL ROSCA MEDIANA PARA EXTERIOR 'LUXLITE' | 123.0900        | 6031.41  |
| TP268  | 699      | LT-TP/18W-W      | TUBO LED 48" DL 18W CLARO DE PLASTICO 'LIGHT-TEC'            | 26.7600         | 18705.24 |
| L1183  | 233      |                  | LAMPARA LISTON PARA 1 TUBO LED 48"                           | 35.8100         | 8343.73  |

### Entrega

Valor Total en Quetzales Q. 46,050.53

Vigencia 0 días

LOS PRECIOS YA INCLUYEN I.V.A.  
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO  
 MATERIAL SUJETO A PREVIA VENTA

F)

Vendedor V1254 Tp: ETn  
 ERICK REVOLORIO/22707777/PETAPA

SI PAGA CON CHEQUE EMITIR A NOMBRE DE:  
 CELASA, INGENIERIA Y EQUIPOS, S.A.

WEB: [www.celasa.com.gt](http://www.celasa.com.gt)

EMAIL: [ventas@celasa.com.gt](mailto:ventas@celasa.com.gt)

[facebook.com/celasa](https://facebook.com/celasa)

TIENDAS CAPITAL  
 ZONA 1 PBX: 2270-7333 ZONA 7 PBX: 2270-7444 ZONA 9 PBX: 2270-7999 AVENIDA PETAPA PBX: 2270-7777 AGUILAR BATRES PBX: 2270-7666 CARR. SALVADOR PBX: 6645-2666 ROOSEVELT PBX: 2202-7500 ZONA 18 PBX: 2202-7777

TIENDAS DEPARTAMENTAL  
 XELA 7774-7555 MAZATE 7774-7444 COATEPEQUE 7774-7666 COBAN 7774-7777 CHIMALTENANGO 7774-7333 CHIQUIMULA 7774-7999 HUEHUETENANGO 7774-7888 ESCUINTLA 7931-5200 SAN MARCOS 7957-4800 7790-88

### Anexo 9.10. Determinación del tamaño de la muestra.

Datos:

$z = 1.96$ , que representa el 95% de confianza.

$N = 3352$  estudiantes más 250 empleados del Centro, son un total de 3602 personas.

$e =$  Margen de error de 5% (0.05)

$p =$  Probabilidad de éxito, este dato es igual a 0.5.

$$n = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 \times N} \right)}$$

$$n = \frac{\frac{1.96^2 \times 0.5(1-0.5)}{0.05^2}}{1 + \left( \frac{1.96^2 \times 0.5(1-0.5)}{0.05^2 \times 3602} \right)}$$

$n = 347$  personas entrevistadas



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE  
CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL



Mazatenango, Suchitepéquez, 31 de mayo de 2019

Coordinadora de carrera  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
CUNSUROC-USAC  
Presente

Respetable licenciada:

De manera muy atenta me dirijo a usted para presentarle el informe final de la investigación inferencial titulada "EVALUACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LAS LUMINARIAS EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE", desarrollada en el Ejercicio Profesional Supervisado de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, durante el periodo de febrero 2018 a marzo 2019.

El motivo de la presente es para solicitar que a través de su persona se considere la asignación de un revisor final al mismo y sea llevado a cabo el proceso correspondiente para poder ser considerado como trabajo de graduación.

Se suscribe de usted, atentamente,

Omar Estuardo Cervantes Castañeda  
Carné: 200340892

Vo. Bo. MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes  
Supervisor EPSIGAL

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"





Mazatenango, Suchitepéquez, 11 de octubre de 2019.

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes  
Coordinadora de carrera  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
CUNSUROC

Apreciable MSc. Pérez:

Muy respetuosamente me dirijo a usted, para informarle que de acuerdo al artículo 9 del Normativo de Trabajo de Graduación de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local, he realizado la revisión y observaciones de la Investigación titulada: "Evaluación de la demanda energética de luminarias en el Centro Universitario de Suroccidente - CUNSUROC-", presentada por el estudiante: Omar Estuardo Cervantes Castañeda, quien se identifica con CUI 1959538271001, y número de carné 200340892.

Por lo tanto, en mi calidad de revisora le informo que después de realizar el proceso que se me fue asignado y verificar la incorporación de las observaciones por parte del estudiante a la investigación, procedo a dar visto bueno al documento para que se continúe con el proceso de mérito.

Respetuosamente, se despide de usted, atentamente,

MSc. Sharon Evelisse Frisselene Quirón Melgar  
Revisora de Trabajo de Graduación  
IGAL-CUNSUROC





Mazatenango 23 de octubre 2019

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano  
Director  
Centro Universitario del Suroccidente

Respetable Señor Director:

De la manera más atenta, me dirijo a usted para referirle el Informe Final de Trabajo de Graduación titulado "Evaluación de la demanda energética de luminarias en el Centro Universitario de Suroccidente – CUNSUROC-", del estudiante **Omar Estuardo Cervantes Castañeda** con carné número **200340892**, de la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

Con base en el dictamen favorable emitido y suscrito por el revisor del informe, el cual fue corregido de acuerdo a las recomendaciones indicadas.

Por lo tanto, en mi calidad de Coordinadora de la Carrera, me permito solicitarle el **IMPRÍMASE** respectivo para que el estudiante continúe con el proceso de mérito y pueda presentarlo en el Acto Público de Graduación.

Sin otro particular

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes  
Coordinadora de Carrera  
Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
CUNSUROC





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE  
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ  
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-06-2019

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, el veintinueve de octubre dos mil diecinueve\_\_\_\_\_

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del Asesor y Revisor, se autoriza la impresión del Trabajo de Graduación Titulado: "EVALUACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LUMINARIAS EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE CUNSUROC" del estudiante: Omar Estuardo Cervantes Castañeda, Carné 200340892 CUI: 1959 53827 1001 de la Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Dr. Guillermo Vinicio Tello Cantón  
Director



/gris