



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PLAN DE GESTIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADO EN EL  
CAMPUS COLÓN DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

AUTORA

MISHELL DOMINIQUE LEYVA VARGAS

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PLAN DE GESTIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA APLICADO EN EL  
CAMPUS COLÓN DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniera Ambiental en Prevención y  
Remediación

Profesor guía

Msc. Andrés Alejandro Gallardo Ocampo

Autora

Mishell Dominique Leyva Vargas

Año

2017

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Andrés Alejandro Gallardo Ocampo  
*Master of Sciences in Renewable and Clean Energy*  
CC: 1710869635

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Eugenia Paola Posligua Chica  
Master en Ingeniería y Gestión Medioambiental  
CC: 0919750158

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Mishell Dominique Leyva Vargas

CC: 1720488541

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres mi apoyo incalculable del logro absoluto, al alcanzar mi título.

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo de titulación expone medidas de eficiencia y conservación energética aplicadas a la realidad del Campus Colón de la Universidad de las Américas, por medio del análisis y levantamiento base de consumo in-situ; la identificación de áreas y sistemas críticos permitió la realización del balance energético con datos históricos de facturación eléctrica, desarrollando estrategias que concluyen en ahorros de energía y económicos, buscando el equilibrio sostenible del consumo energético y disminución de emisión de CO<sub>2</sub>.

## **ABSTRACT**

The following work presents measures of efficiency and energy conservation applied to the reality of the Campus Colón of the University of the Americas, through the analysis and basic survey of consumption in-situ; The identification of critical areas and systems allowed the realization of the energy balance with historical data of electric billing, developing strategies that conclude in energy and economic savings, seeking the sustainable balance of energy consumption and CO<sub>2</sub> emission reduction.

# ÍNDICE

<b>1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 <b>Introducción</b> .....	1
1.2 <b>Objetivo general y objetivos específicos</b> .....	1
1.2.1 <b>Objetivo General</b> .....	1
1.2.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	1
1.3 <b>Alcance</b> .....	2
<b>2. CAPÍTULO II. ANTECEDENTES</b> .....	2
2.1 <b>Marco Teórico</b> .....	2
2.2 <b>Conceptos</b> .....	7
2.2.1 <b>Energía</b> .....	7
2.2.2 <b>Eficiencia energética</b> .....	7
2.2.3 <b>Conservación de energía</b> .....	7
2.2.4 <b>Factor de emisión de CO<sub>2</sub></b> .....	7
2.2.5 <b>GEI</b> .....	7
2.2.6 <b>MDL</b> .....	7
2.2.7 <b>Luminancia</b> .....	7
2.2.8 <b>Sistema de gestión energética [SGE]</b> .....	7
2.3 <b>Metodología</b> .....	7
2.3.1 <b>Levantamiento de línea base</b> .....	8
2.3.2 <b>Línea base de consumo energético</b> .....	9
2.3.3 <b>Balance energético</b> .....	9
2.3.4 <b>Medidas de eficiencia energética</b> .....	9
2.3.5 <b>Emisiones de CO<sub>2</sub></b> .....	10
2.3.6 <b>Análisis costo beneficio</b> .....	10
<b>3. CAPÍTULO III. DESARROLLO</b> .....	11
3.1 <b>Línea base del consumo de energía</b> .....	11
3.1.1 <b>Análisis de las facturas de consumo de energía</b> .....	13

3.1.2	Balance energético del Campus Colón.....	18
3.1.2.1	Iluminación.....	21
3.1.2.2	Equipos Odontológicos.....	29
3.1.2.3	Bombas.....	31
3.1.2.4	Acondicionamiento de Aire.....	33
3.1.2.5	Compresores.....	37
3.1.2.6	Equipos Generales.....	38
3.1.2.7	Computadoras.....	40
3.1.2.8	<i>My Campus Print</i> .....	43
<b>3.2</b>	<b>Medidas de eficiencia energética.....</b>	<b>44</b>
3.2.1	Identificación y cuantificación de oportunidades de ahorro de energía.....	45
3.2.1.1	Política Energética.....	45
3.2.1.2	Factor de corrección de demanda .....	46
3.2.1.3	Equipos odontológicos.....	49
3.2.1.3.1	Apagado de motores y desconexión .....	50
3.2.1.3.2	Transmisión de motores.....	52
3.2.1.3.3	Reemplazo de motores .....	52
3.2.1.4	Iluminación.....	54
3.2.1.4.1	Reemplazo de iluminación.....	54
3.2.1.4.2	Instalación de sensores de movimiento.....	59
3.2.1.4.3	Reemplazo de cortinas pesadas por vinil traslucido.....	59
3.2.1.4.4	Apagado de luces innecesarias cerca de ventanas o claraboyas en el día.....	61
3.2.1.4.5	Distribución de iluminación.....	62
3.2.1.5	Acondicionamiento de Aire .....	64
3.2.1.5.1	Mejoras en la eficiencia de los aires acondicionados.....	65
3.2.1.5.2	Designación de aula.....	67
3.2.1.6	Computadoras.....	68
3.2.1.6.1	Apagado de monitores, parlantes, video cámaras.....	69
3.2.1.6.2	Apagado de computadores en su totalidad en la noche.....	69
3.2.1.6.3	Energy Star.....	70
3.2.1.7	Bombas.....	70
3.2.1.7.1	Disminución del cabezal de bombeo.....	71

3.2.1.7.2	Utilización de accesorios de baja fricción.....	72
3.2.1.7.3	Reducción de la pérdida de carga de entrada y salida control de flujo.....	73
3.2.1.8	Compresores.....	74
3.2.1.8.1	Reducción del caudal volumétrico.....	74
3.2.1.8.2	Disminución de la caída de presión.....	74
3.2.1.8.3	Aumento de la eficiencia de control.....	75
3.2.1.8.4	Apagado automático.....	75
3.2.1.9	My Campus Print.....	76
3.2.1.9.1	Reposo automático.....	76
3.2.1.9.2	Desconexión de equipos .....	76
3.2.2	Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> debido a la reducción del consumo de energía.....	77
<b>3.3</b>	<b>Análisis costo- beneficio.....</b>	<b>79</b>
3.3.1	Cálculo de ahorros económicos, costos de inversión y período de retorno de inversión de las medidas de eficiencia energética.....	80
3.3.1.1	Ahorro Factor de Corrección de Demanda y Estructura de Tarifa....	81
3.3.1.2	Ahorro Equipos Odontológicos .....	82
3.3.1.3	Ahorro Iluminación .....	83
3.3.1.4	Ahorro Acondicionamiento.....	86
3.3.1.5	Ahorro Energy Star y Computadoras.....	88
3.3.1.6	Ahorro bombas y compresores.....	90
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....</b>	<b>94</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados y análisis de resultados.....</b>	<b>94</b>
4.1.1	Estructura del Pan de Gestión de Eficiencia Energética.....	101
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>103</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>103</b>
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>105</b>

<b>REFERENCIAS</b> .....	106
<b>ANEXOS</b> .....	109

# **1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Introducción**

El campus Colón es la primera sede de la Universidad de las Américas, con 22 años de operación, el edificio presenta un consumo y demanda de alta energía, debido a los equipos utilizados por las distintas carreras que se desarrollan en horarios diurno y nocturno. El levantamiento de las características principales de la sede y los equipos que operan continuamente en la edificación en conjunto con la facturación eléctrica, permitieron desarrollar el balance energético que evidencia las áreas y equipos críticos de consumo, con el objetivo de mejorar continuamente se desarrollaron prácticas ambientales que buscan disminuir y conservar la energía en el campus, permitiendo optimizar recursos para la implementación futura de las medidas propuestas, estableciendo un sistema de gestión de energía que garantice procesos óptimos y eficientes.

## **1.2 Objetivo general y objetivos específicos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Desarrollar un plan de gestión de energía para el campus Colón de la Universidad de las Américas.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Establecer la línea base de consumo de energía del Campus Colón, por medio de un análisis de las facturas de consumo de energía y un balance energético del Campus.

Cuantificar el ahorro energético y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> conseguidas por medio de las estrategias propuestas.

Realizar un análisis costo-beneficio de las medidas de eficiencia energética establecidas.

### **1.3 Alcance**

El siguiente proyecto abarca el levantamiento de información sobre cada equipo y sistema de consumo energético en el campus Colón de la Universidad de las Américas, incluyendo las instalaciones como: Aulas, laboratorios, biblioteca, auditorio, Patio de las Artes, Centro de Asistencia Legal y Psicológica, Clínica Odontológica y cafetería. Para la realización del balance energético por medio de la comparación de las facturas eléctricas de consumo a lo largo del año 2016 y los sistemas y equipos actuales de la sede.

Se identificó la zona conocida como bloque 2 piso 1 y bloque 2 piso 2, como no necesaria en el análisis para la cuantificación del consumo energético, debido a que la zona es arrendada a la Unidad Educativa Andino y el rubro de energía consumida lo asume el colegio, siendo indiferente la energía a analizar en la facturación eléctrica de la sede. Aun así, esta zona fue analizada para proponer recomendaciones sobre la calidad en el sistema de iluminación.

La realización del balance energético permitió la identificación de sistemas de consumo crítico y la propuesta de un plan de gestión de eficiencia energética que abarca buenas prácticas ambientales e innovación tecnológica encaminada al ahorro de energía y disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>.

## **2. CAPÍTULO II. ANTECEDENTES**

### **2.1 Marco Teórico**

La generación de energía en su mayoría proviene de combustibles fósiles como carbón, gas licuado de petróleo, diésel, bunker, gasolina, gas natural,

entre otros (Linnhoff, 1978), los cuales provocan residuos de combustión como dióxido de carbono [CO<sub>2</sub>], óxido nitroso [N<sub>2</sub>O], metano [CH<sub>4</sub>], ozono [O<sub>3</sub>], hexafluoruro de azufre [SF<sub>6</sub>], hidrofluorocarbonos [HFC], y perfluorocarbonos [PFC] (Ehhalt. D, Prather. M, Dentener. F, Derwent. R, Dlugokencky. E, Holland. E, Midgley. P, 2001), que son los principales Gases de Efecto Invernadero [GEI] asociados al calentamiento global (Parra, 2013).

La revolución industrial, ha dado paso al crecimiento exponencial de energía de origen fósil (Williamson. J, 2002), causando que la concentración de CO<sub>2</sub> sobrepase los límites recomendables (Luckow. P, Wise. M, Dooley. J, Kim. S., 2010). En el proceso de obtención de energía se genera como residuo el calor de combustión que contiene los GEI, el rendimiento energético que se obtiene en comparación a la generación de electricidad producida y el calor de combustión se encuentra entre 0.3 a 0.35 (Parra, 2013), este dependerá de la matriz o infraestructura que se utilice para la producción de energía, por lo cual la demanda energética es proporcional al aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>. Es necesario la implementación de medidas energéticas que regulen el consumo desmesurado e ineficiente de la energía.

Como primera alternativa para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> la eficiencia energética busca realizar acciones que minimicen el consumo de energía (Manner. A, 1991), por medio de la implementación de Sistemas de Gestión Energética, tanto en instituciones públicas como privadas (The British Standards Institution, 2012). En el caso de Ecuador el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, mantiene registros de las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera, como se evidencia en la Figura 1 con el afán de informar y concientizar el uso de energía proveniente de estos combustibles.

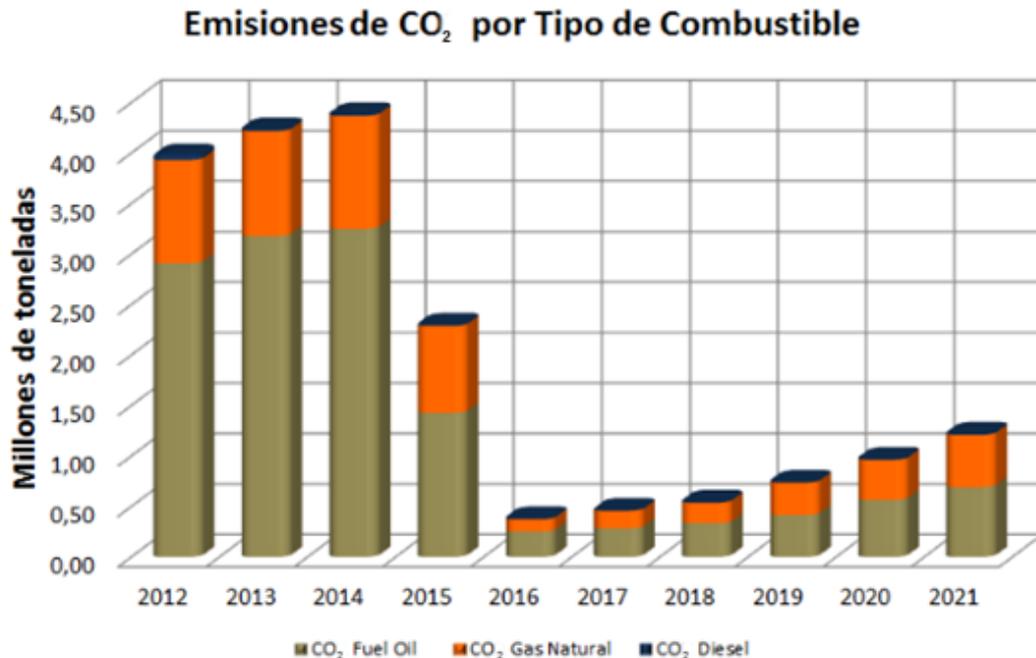


Figura 1. Emisiones de CO<sub>2</sub> por tipo de combustible.

Adaptada de: Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, 2017.

En el Ecuador, la Organización Latinoamericana de Energía - OLADE, estima en el periodo 2003-2018 un ahorro de 156 mil millones de dólares en combustibles por medio de la aplicación de programas nacionales que impulsan los Sistemas de Gestión Energética [SGE] a largo plazo (Mentor Poveda, 2007). La disminución de CO<sub>2</sub> estaría ligada directamente a la disminución del consumo energético y la reducción de gases de efecto invernadero (Manner. A, 1991).

El Protocolo de Kioto tiene como objetivo evitar el calentamiento global producido por los GEI (Ferran Ballester, 2006). La preocupación del país sobre el cambio climático lo lleva a ser partícipe del mismo, reflejándose el compromiso actual en el cálculo anual del factor de emisiones de CO<sub>2</sub> por medio del Ministerio del Ambiente, el cual definió al factor en el año 2012 como: "...la masa estimada de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera por cada unidad de MWh de energía eléctrica generada" (Ministerio del Ambiente, 2013). Este factor se utiliza como Indicador para proponer los MDL o Mecanismos para el Desarrollo Limpio (Michaelowa A, 2005), buscando un beneficio

ambiental y socio-económico para garantizar la sostenibilidad del consumo energético; acorde al objetivo 7 del (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2017) sobre el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, donde el Ecuador se compromete para el año 2030 a aumentar el porcentaje de energías renovables, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética, e implementar tecnologías avanzadas y menos contaminantes, para promover la energía limpia.

El Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, ha puesto en marcha grandes inversiones que permiten interiorizar la decisión de manejar técnicas de eficiencia energética por medio de la producción propia de energía eléctrica, con la construcción de Hidroeléctricas, sumando 2.773 MW como incremento en la oferta de electricidad a lo largo de todo el territorio ecuatoriano (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2016), trabajando en conjunto con el Instituto Nacional de Eficiencia Energética - INER, que da apoyo a la investigación científica sobre la implementación de medidas de eficiencia en edificaciones, transporte, industria y alumbrado público, para proponer medidas eficientes que se ajusten a la realidad actual del país (INER, 2013)

La Universidad de las Américas consciente de la problemática ambiental que representa el consumo desmesurado de recursos naturales y, la necesidad de implementar Mecanismos de Desarrollo Limpio comenzó su propuesta con la obtención de la Distinción Ambiental Quito Sostenible – DAMS (Secretaría de Ambiente, 2016), por la construcción sostenible de la sede Udla Park, la cual ha permitido un ahorro de 15 KW de energía diaria en un día soleado por medio de paneles solares (UDLA, 2016). Actualmente, la universidad consta de 4 campus siendo Colón el primero en operar, seguido de Granados, Queri y Udla Park el último en inaugurarse en el año 2015, ubicado en la parroquia de Nayón.

El presente trabajo, analiza el consumo energético en el campus Colón de la Universidad de las Américas para gestionar el consumo responsable de los equipos; la carrera de Odontología y la Escuela de Tecnologías son parte de la

operación diaria de la sede por lo cual los equipos odontológicos, su sistema de iluminación, el acondicionamiento de aire y la maquinaria en general son factores que influyen en el alto consumo energético que presenta el campus.

Las medidas de eficiencia energética y su influencia en el ahorro dependen de los equipos de consumo masivo que presenta el campus, las horas de operación de cada uno y las diferentes estrategias planteadas de acuerdo con el tipo de consumo y el tipo de energía consumida.

Basado en la Norma ISO 50001 sobre Sistemas de Gestión de Energía, año 2011, se establece un sistema con la finalidad de obtener beneficios ambientales como la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo energético en los diferentes sistemas de consumo en el campus Colón. Este procedimiento propuesto por la norma se centra en el proceso de planificación por medio de la revisión de la línea base de energía real, e indicadores de rendimiento establecidos por la organización, para permitir plantear políticas que incentiven y mejoren continuamente la eficiencia energética. Los objetivos, metas y planes de acción a realizar, su verificación, documentación y mejora continua son parte del desarrollo del sistema de gestión de energía que propone la ISO 50001, para desarrollar la integridad de la calidad medioambiental y garantizar la eficiencia en base al consumo energético complementa el SGE con las normas ISO 9001 e ISO 14001 (The British Standards Institution, 2012)

Los datos obtenidos de la línea base, sirven para identificar los mayores consumidores de energía y por ende las áreas donde existe mayor potencial para el ahorro de energía, contemplando los costos sociales y ambientales que justifican los sistemas de gestión de energía a corto, mediano y largo plazo, priorizando las oportunidades de ahorro de acuerdo a la inversión y periodos de retorno y facilitando la toma de decisiones, la implementación y acción del plan de eficiencia energética aplicado al Campus Colón de La Universidad de las Américas (The British Standards Institution, 2012)

## **2.2 Conceptos**

- 2.2.1 Energía: capacidad de producir o transformar trabajo en movimiento
- 2.2.2 Eficiencia energética: Capacidad de convertir la potencia de entrada en potencia real de uso
- 2.2.3 Conservación de energía: Preservar la energía evitando desperdicios
- 2.2.4 Factor de emisión de CO<sub>2</sub>: índice que describe las toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas al ambiente por cada MWH de consumo energético.
- 2.2.5 GEI: Gases de efecto invernadero, producidos en su mayoría por la obtención de combustibles fósiles
- 2.2.6 MDL: Mecanismos de Desarrollo Limpio, busca la implementación de tecnología sostenible para la conservación ambiental
- 2.2.7 Luminancia: flujo luminoso sobre un área determinada, la cantidad de luminancia determina la calidad de luz. Medible en lúmenes / área (lm/m<sup>2</sup>)
- 2.2.8 Sistema de gestión energética [SGE]: conjunto de políticas, objetivos, metas y aplicaciones medio ambientales que determinen procesos de conservación, reducción, control y mejora continua del consumo energético.

## **2.3 Metodología**

El objetivo de la metodología descriptiva utilizada para desarrollar el proyecto consistió en recopilar datos por medio de encuestas y el levantamiento In-situ de las características de consumo de los diferentes equipos; permitiendo tener una perspectiva de la problemática energética. Se estableció como muestra significativa de la población a encuestar a las personas inmiscuidas en la realidad operacional de la sede, siendo el jefe de sede y el personal de

servicios generales, las 5 personas encargadas directamente del control energético en el campus.

Como segunda etapa de acuerdo con los lineamientos de la Ley Estadística Canadiense, establecida en el año 1985, para determinar la demanda de energía y los patrones de consumo de empresas e instituciones, se toma como referencia las encuestas realizadas en el año 2014, “Encuesta Comercial e Institucional, Uso de energía, 2014” (Center for Especial Buisnes Proyect Canada, 2014). Los estatutos obtenidos se validaron con las respuestas de las encuestas, por medio de la recolección de datos in-situ, de los diferentes equipos de consumo, de acuerdo con la zona del campus y la actividad a realizar, obteniendo una clasificación de los sistemas de consumo de energía en base a datos cuantitativos.

La información sobre horas de consumo de cada equipo y actividades en la zona de levantamiento, se establecieron en comparación a los datos proporcionados por las personas encuestadas y el personal ocupacional activo de la zona en el momento de la recolección in-situ de datos.

Mediante un cronograma semanal se garantizó el cumplimiento de los objetivos propuestos para el desarrollo del proyecto, determinando la frecuencia de recolección y confirmación de datos en las diferentes zonas del campus y las actividades realizadas hasta la entrega del Plan de Gestión de Eficiencia Energética.

### 2.3.1 Levantamiento de línea base

Por medio de la recopilación de información pertinente del campus, de acuerdo con la metodología propuesta por la ISO 50001 de Sistemas de Gestión Energética, se realizó la descripción del mismo, tomando en cuenta la infraestructura, número de pisos, carreras, horarios de operación, número de estudiantes, materiales de construcción, año de construcción y área de construcción. Estos datos se obtuvieron por medio de las encuestas realizadas

al Jefe de sede Colón y el Departamento de Servicios Generales.

### 2.3.2 Línea base de consumo energético

La información referente a la encuesta del Centro de Negocios de Canadá, contempla el levantamiento de información del campus como: número de equipos que consumen energía, las características y horarios de operación de cada uno, esta información fue recolectada por medio de una visita y revisión al campus validando la información con las encuestas realizadas y entrevistas al personal ocupacional en la zona analizada, como resultado de esto, se estableció la clasificación para el balance energético por medio de los sistemas de consumo energético críticos.

### 2.3.3 Balance energético

Se recopiló la información propuesta por la ISO 50001 de Sistemas de Gestión de Energía sobre la facturación del suministro energético a lo largo de todo el año 2016, para establecer un promedio de energía consumida y la cantidad económica pagada. La problemática del campus se evidenció con la calibración del modelo de desempeño energético del campus o balance energético, que comparó el levantamiento de la línea base de consumo de acuerdo con la clasificación de sistemas de consumo propuesta por la ISO 50001, Sistemas de Gestión de Energía año 2011 y la facturación eléctrica anual del 2016, corroborando por medio de datos cuantitativos de energía en KWH y económicos en dólares americanos el consumo real del campus.

### 2.3.4 Medidas de eficiencia energética

Los sistemas críticos de consumo energético correspondientes a la clasificación del balance de energía en el campus son la referencia para el desarrollo de las medidas de eficiencia energética propuestas. Con un análisis dependiente a las características operacionales de cada ítem de clasificación, se realizó la propuesta de diferentes estrategias, contemplando la operación

actual del campus, los equipos que utiliza, las horas de operación de cada sistema, la eficiencia de cada equipo y las características específicas de cada sistema de consumo energético que representaron un impacto en el consumo de energía.

#### 2.3.5 Emisiones de CO<sub>2</sub>

Se realizó el análisis de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> relacionado a la disminución del consumo energético en el campus tomando en cuenta el factor de emisión de CO<sub>2</sub> como indicador principal, contemplando la metodología propuesta por el Ministerio de Ambiente Ecuatoriano. Este factor es propio de cada país ya que depende de su matriz energética. Para realizar el cálculo del factor de emisiones de CO<sub>2</sub> se utilizó la metodología determinada en el año 2011 y 2012 por el Ministerio de Ambiente Ecuatoriano, en la cual se especifica los datos necesarios para establecer el cálculo de acuerdo con la fórmula proporcionada y las entidades que proporcionan los datos correspondientes al Ecuador.

Las instituciones específicas para obtener los datos cuantitativos utilizados en la fórmula de cálculo son: Petroecuador, que proporciona el poder calorífico del combustible; el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático – IPCC, que proporciona el factor de emisiones de CO<sub>2</sub> del tipo de combustible analizado y, la sede Colón sujeto de estudio, proporciona la cantidad de combustibles fósiles consumida en el año de cálculo y la energía neta generada en el año, obteniendo como resultado las toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas al año por la disminución energética en el consumo del campus.

#### 2.3.6 Análisis costo beneficio

Para establecer el costo beneficio de todas las medidas de eficiencia energética se realizó el cálculo o estimación de los ahorros económicos que se pueden obtener con variables cuantitativas referentes a los costos de inversión de las medidas que lo requieren, el periodo de retorno de la inversión y la

disminución del consumo energético con relación a la eficacia y eficiencia de cada sistema de consumo energético analizado a lo largo del proyecto.

### **3. CAPÍTULO III. DESARROLLO**

#### **3.1 Línea base del consumo de energía**

Este capítulo analiza la energía utilizada en el campus Colón de la Universidad de las Américas, por medio de la recopilación de datos característicos de los equipos in-situ que funcionan habitualmente, la potencia característica de cada uno y las horas aproximadas de operación, acorde a la diferencia horaria de lunes a viernes y fines de semana. A partir de esta información se calculó el consumo energético de los distintos equipos, clasificándolos por su funcionalidad en sistemas de consumo crítico; se obtuvo un porcentaje de representación de cada sistema en el consumo anual de energía en el campus, determinado por la recopilación de datos históricos en las facturas eléctricas a lo largo del año 2016, Como resultado se estableció el balance energético total del campus.

Parte de la metodología para recopilar información necesaria en el balance energético se realizó con entrevistas a autoridades a cargo de la sede y los distintos departamentos organizacionales. Por medio de encuestas programadas en el cronograma de actividades; se recopiló los datos necesarios para calcular el consumo de energía de la sede. A su vez, el levantamiento en campo de cada equipo permitió corroborar las especificaciones técnicas y la operatividad diaria, identificando como resultado los sistemas críticos de consumo. Véase, anexo 1. Levantamiento de línea base, encuesta. Se presenta a continuación la información recopilada.

El campus Colón tiene 22 años como edificación y actualmente, presenta una superficie de 2,750 m<sup>2</sup> de construcción, en el año 2011 se realizó una adición

infraestructural del 30% aproximado del estado actual, como resultado consta de un subsuelo, planta baja, primero y segundo piso, sin estacionamientos. Esta sede abarca la carrera de Odontología y la Escuela de Tecnologías; por lo cual su rango operativo es de 7h30 a 22h00 de lunes a viernes y 9h00 a 17h00 los fines de semana. Posee puntos de atención al público general como: Clínica Odontológica y el Centro de Asistencia Legal; estos centros operan de 7h30 a 19h30 para satisfacer la demanda de atención.

En el año 2016 fueron 116 los colaboradores a tiempo completo trabajando en el campus; además, se estima que la sede recibe aproximadamente un total de 800 personas al día tomando en cuenta los estudiantes y visitas. Cabe mencionar que las autoridades mantienen un contrato de arrendamiento con la Unidad Educativa Andino, que se encuentra ubicada junto a la sede, con el fin de abastecer infraestructuralmente a los ocupantes de la misma. La energía proporcionada al bloque arrendado es abastecida por el colegio, por lo tanto, la electricidad consumida no repercute en el total facturado por la Empresa Eléctrica Quito (Encalada, 2017)

En su mayoría, la energía que utiliza la sede proviene de la red eléctrica, al ubicarse en una zona céntrica en la capital de Quito, los cortes eléctricos a lo largo del año son mínimos, aun así, para garantizar el suministro de energía constante, el campus cuenta con un generador de electricidad que utiliza 25 galones de diésel al año para la producción de energía eléctrica. Este sistema de abastecimiento energético no se encuentra conectado a la red de servicio público de electricidad, por lo cual no puede vender los excedentes de energía generada (Encalada, 2017)

De acuerdo con los equipos que forman la clasificación de los sistemas de consumo críticos se desarrolló el modelo de desempeño energético del campus Colón o balance de energía; el reconocimiento de las características y datos levantados en la línea base son los criterios principales para el balance energético, basado en el análisis de las facturas eléctricas del año 2016.

Las zonas de alta afluencia como: auditorios, cafetería y baños cuentan con un sistema de acondicionamiento de aire, instalado en el año 2004, el cual

presenta varios inconvenientes de funcionamiento; los auditorios se utilizan para la realización de conferencias o eventos masivos con una capacidad de 120 y 40 personas respectivamente. El suministro de agua es regulado por medio de bombas que consumen energía eléctrica, las cuales tienen el objetivo de mantener constante el flujo de agua a lo largo de todo el edificio.

La carrera de Odontología cuenta con varios equipos que consumen energía eléctrica, para cumplir con las prácticas profesionales, atención al público y clases regulares de los estudiantes. Entre estos equipos se encuentran compresores de aire presurizado, conectados a una red de bombas de succión de aire y suministro de agua, que proveen a los sillones odontológicos el flujo de aire necesario. Varios equipos como: motores, cortadoras de yeso, esmeriles, entre otros que serán nombrados a lo largo del estudio, son utilizados para cumplir con el modelo de enseñanza basado en la práctica de la universidad.

Las carreras tecnológicas que abarca la sede demandan laboratorios con servidores, que trabajen en el horario de 19h00 a 22h00, debido al horario nocturno de las carreras, igualmente cada aula y zona administrativa mantiene un computador como herramienta de trabajo para cumplir con las políticas de funcionalidad de la institución.

### 3.1.1 Análisis de las facturas de consumo de energía

La Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica en el año 2015, establece en el Art. 9.- Estructura institucional, la participación de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, dándole la potestad de emitir los pliegos tarifarios para la determinación de costos eléctricos en cada año calendario y poner a disposición de los consumidores los rubros respectivos a cobrar por medio de la Empresa Eléctrica Quito (Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, 2015).

En la Resolución Nro. ARCONEL - 099/15 del 31 de diciembre de 2015, se publica el pliego tarifario para el periodo de enero a diciembre 2016 como

documento público. En el cual se determina los costos de generación, transmisión, distribución, comercialización, y alumbrado público general, por un año calendario (ARCONEL, 2016)

La Empresa Eléctrica Quito, proporciona el pliego tarifario para disponer el monto a cobrar por el consumo de energía dependiendo las categorías establecidas como son: tarifa, alumbrado público y nivel de tensión. Las tarifas son el resultado de la internalización de costos, por lo cual cada tarifa representa un rubro en la factura emitida a los consumidores; los componentes de la estructura eléctrica que maneja el país proporcionan una facturación correspondiente al consumo de energía, la demanda de potencia y las pérdidas que se obtengan por la transformación y comercialización; estas pérdidas se representan en el factor de corrección de demanda [FC], si es más bajo del 60% calculado por el registro de demanda como se establece en la ecuación 1, posee un penalización. (ARCONEL, 2016)

La Sede Colón, según su nivel de tensión se ubica en el grupo de media tensión con demanda horaria y en la categoría “Comercial” debido a su giro de negocio, apareciendo en la factura reconocido como: “719 - Comerc. Dem. Reg. Horario (Media Tensión)” (Empresa Electrica Quito, 2017). El monto final por cobrar se calcula de acuerdo con la suma de los rubros que presenta la factura; el primero es la cantidad consumida de energía en KWH en los horarios de 7:00 a 22:00 y de 22:00 a 7:00, los valores de cobro por cada KWH de consumo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.

*Pliego tarifario Empresa Eléctrica Quito*

TIPO	\$	UNIDAD	HORARIO
DEMANDA	4,129	por KW	multiplicado por el factor de corrección (FC)
CONSUMO	0,95	por KW	7:00 A 22:00
	0,77	por KW	22:00 A 7:00

El consumo energético de demanda que presenta la sede en KWH es el segundo rubro en la factura; el valor a pagar por demanda se calcula dependiendo de la demanda máxima registrada por el consumidor de 18h00 a 22h00, [DP], y la demanda máxima del consumidor en el mes [DM], véase la ecuación 1; se dividen estos valores obteniendo un factor de corrección que se multiplica por la [DM] y por el valor monetario de la demanda presente en la Tabla 1. Pliego tarifario Empresa Eléctrica Quito (ARCONEL, 2016). Se presenta a continuación la demanda del campus recopilada de las facturas en los diferentes meses del año 2016, y el costo monetario anual de representa pagar por demanda.

$$\text{Demanda a cancelar} = \text{DM} \times \text{FC} \times \text{A} \quad (\text{Ecuación 1})$$

DP= Demanda máxima registrada por el consumidor de 18h00 a 22h00

DM= Demanda máxima del consumidor en el mes

FC = DP/ DM

A= Valor de demanda \$4,129

Tabla 2.

*Demanda de energía*

MES	DEMANDA MAX REGISTRADA KWH [DP]	DEMANDA MAX CONSUMIDA AL MES KWH [DM]	FC	DEMANDA CALCULADA \$
ENERO	131	131	1.00	540.90
FEBRERO	109	131	0.83	450.06
MARZO	65	87	0.75	268.39
ABRIL	109	131	0.83	450.06
MAYO	109	131	0.83	450.06
JUNIO	109	131	0.83	450.06
JULIO	131	131	1.00	540.90
AGOSTO	131	131	1.00	540.90
SEPTIEMBRE	65	109	0.60	268.39
OCTUBRE	65	109	0.60	268.39
NOVIEMBRE	109	111	0.98	450.06
DICIEMBRE	118	118	1.00	487.22
<b>COSTO ANUAL</b>				<b>\$5165.38</b>

La demanda eléctrica que presenta la sede representa el 10 % en promedio del valor total de la factura a pagar; concluyendo en una tarifa mínima a pagar de \$ 268,39 dólares americanos al mes, en los meses de menor consumo y \$540,90 dólares americanos en el mes de mayor consumo de acuerdo con los datos del año 2016.

El valor de comercialización es el tercer rubro en la factura; este es estándar para el tipo de cliente que es la sede Colón, siendo el valor a pagar por comercialización USD \$1,41 dólares americanos mensuales, al igual que el tributo a bomberos USD \$5,49 dólares americanos mensuales, que es constante de acuerdo al rubro declarado para cada año y tipo de cliente.

Como último los rubros de alumbrado público y la tasa de recolección de basura que aparecen en la factura son proporcionales a la base imponible del consumo energético; por lo cual, si el consumo baja el valor de alumbrado público bajará proporcionalmente al igual que la tasa de recolección de basura (ARCONEL, 2016).

Se presenta la facturación de electricidad en la Sede Colón a lo largo del año 2016 en la tabla 3, con un resultado de \$50.691,51 dólares pagados por consumo de electricidad, demanda energética, comercialización del servicio, alumbrado público, tasa de recolección de bomberos y recolección de basura.

Tabla 3.

*Valores de facturación eléctrica campus Colón año 2016*

MES	CONSUMO KWH 7H00 A 22H00	CONSUMO KWH 22H00 A 7H00	CONSUMO TOTAL \$	DEMANDA \$	COMERCIALIZACION \$	ALUMBRADO \$	BOMBEROS \$	RECOLECCIÓN DE BASURA \$	VALOR + IMPUESTOS \$
ENE	23531	6148	2216	540.9	1.41	187.61	5.31	335.72	3287.54

FEB	26031	6157	2947	448.95	1.41	256.84	5.49	350.89	4010.62
MAR	21515	5780	2488	269.42	1.41	208.64	5.49	279.13	3253.07
ABR	31723	7200	3568	448.95	1.41	303.79	5.49	410.03	5200.42
MAY	31304	6860	3502	448.95	1.41	298.81	5.49	403.79	5123.46
JUN	30724	6770	3440	448.95	1.41	303.45	5.49	397.88	5060.39
JUL	28802	6113	3206	540.9	1.41	292.44	5.49	390.1	4994.99
AGO	19043	4303	2140	540.9	1.41	209.25	5.49	288.54	3752.17
SEP	16189	3927	1840	270.04	1.41	164.72	5.49	289.72	2854.68
OCT	21273	5934	2477	270.04	1.41	214.45	5.49	278.14	3526.59
NOV	29480	6412	3294	449.15	1.41	269.63	5.49	384.05	4867.77
DIC	27686	6469	3128	487.22	1.41	260.42	5.49	374.14	4759.75
<b>VALOR TOTAL A PAGAR EN EL AÑO 2016</b>									<b>\$50691.51</b>

El consumo de la sede varia en los diferentes meses del año de acuerdo a las vacaciones estudiantiles; los meses de febrero, marzo, agosto y septiembre son los periodos de vacaciones, en los cuales la energía consumida presenta valores bajos como se evidencia en la figura 2. Facturación Empresa Eléctrica sede Colón año 2016. El consumo mensual que se establece permite obtener un promedio de 31614.5 KWH de energía consumida, lo que representa un valor promedio a pagar mensual de \$4213,01 dólares americanos.

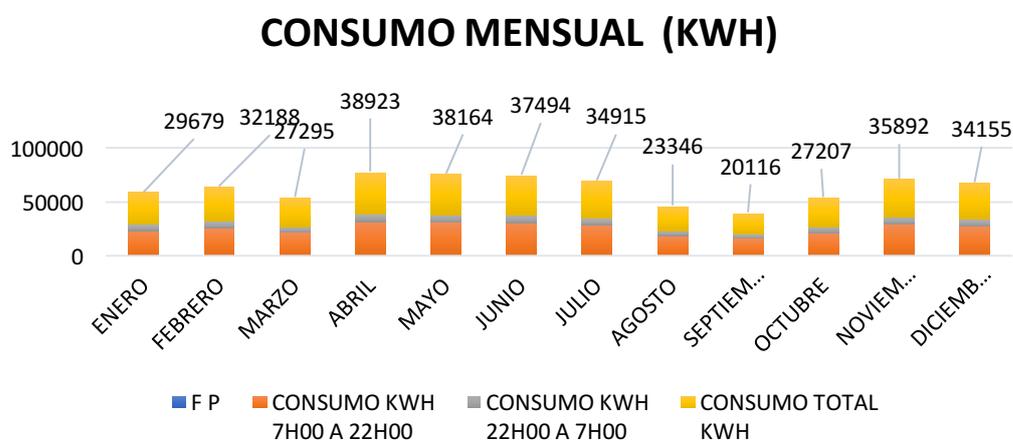


Figura 2. Facturación Empresa Eléctrica sede Colón año 2016

La facturación de energía eléctrica determinó 31614.5 KWH como valor promedio para la calibración del modelo de desempeño energético de la sede; el consumo de los equipos, representado cuantitativamente, en el porcentaje de intervención de los sistemas de consumo crítico en el balance energético, permitió el desarrollo del presente proyecto.

### 3.1.2 Balance energético del Campus Colón

Con visitas programadas en la sede se recolectó información característica de los diferentes equipos que consumen energía eléctrica; principalmente el voltaje, el amperaje y las horas de operatividad en el campus; al identificar las características comunes de cada equipo se los clasificó en sistemas críticos de consumo, con la finalidad de establecer un modelo de desempeño energético o balance energético que permita medir el impacto de cada sistema en los valores de energía facturados mensualmente a lo largo del año 2016.

La energía que ingresa a cada equipo, denominada potencia de entrada es indistinta a la potencia nominal y a su vez diferente a la potencia de uso, es decir, un equipo puede recibir una carga de entrada de 5 vatios (W) por el sistema de distribución de energía eléctrica, la cual se denomina potencia de entrada. Esta carga puede ser mayor o menor al rango que soporta el equipo, este rango representa la potencia nominal.

Se estableció la potencia nominal o rango de energía admisible que procesa cada equipo, medida en vatios (W), con la información recopilada en campo de las placas técnicas de cada equipo y la información proporcionada por el personal del departamento de Servicios Generales del campus. Con la ayuda de un medidor de potencia, que proporciona datos de la intensidad o corriente, medida en amperios (A) y la tensión eléctrica, medida en voltios (V); se midió la carga real que procesan los equipos. El producto de la intensidad por la tensión es igual a la potencia nominal, véase la ecuación 2. Al ser medida la carga real

que ocupa cada equipo para cumplir con su función correspondiente, se obtuvo la potencia de uso.

$$P \text{ nominal (W)} = \text{Intensidad (A)} \times \text{Tensión (V)} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Los diferentes equipos transforman la energía absorbida de la red de distribución de energía, en energía útil. La fracción que representa la eficiencia del equipo al transformar la potencia nominal, en potencia de uso es la fracción de carga, véase la ecuación 3. Al determinar la potencia de uso, por medio de las mediciones en campo de los equipos, se pudo establecer la fracción de carga o cantidad de energía que cada equipo utiliza en relación a la potencia nominal, establecida con datos de las placas técnicas. La relación presentada en la ecuación 3, multiplicada por la potencia de nominal y las horas aproximadas de operación determinan el consumo energético real de cada equipo.

$$\text{Fracción de carga (F carga)} = P \text{ uso} / P \text{ nominal} \quad (\text{Ecuación 3})$$

La capacidad de los equipos para transformar la potencia de entrada en potencia de uso determina la eficiencia en el consumo, véase la ecuación 4. Lo cual es importante para identificar si los equipos aprovechan la energía consumida y las pérdidas de energía. El destino de la energía consumida por un equipo a un trabajo puntual determina su función, esto, permite clasificar los sistemas de consumo crítico en el campus de la siguiente manera: iluminación, equipos odontológicos, bombas, acondicionamiento de aire, compresores, equipos generales, computadoras y *My Campus Print*.

$$E_f = P \text{ uso} / P \text{ entrada} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Al determinar la potencia nominal, la fracción de carga y las horas diarias operativas de cada equipo, se calculó como resultado el consumo energético mensual en KWH. La suma del consumo en KWH de acuerdo a la clasificación de los sistemas de consumo críticos, permitió el desarrollo del modelo de

desempeño o balance energético del campus Colón, obteniendo los porcentajes de consumo aproximado de cada sistema; para calibrar este balance se realizó una comparación con la energía facturada en las planillas de pago del año 2016.

El resultado del cálculo de consumo energético con los datos obtenidos en campo se resume en el porcentaje de representación del sistema en el balance energético en la figura 3. El desglose de cada dato y cálculo exponiendo las diferentes características de consumo según el caso aplicable se presenta en la descripción del balance individual de los sistemas de consumo crítico.

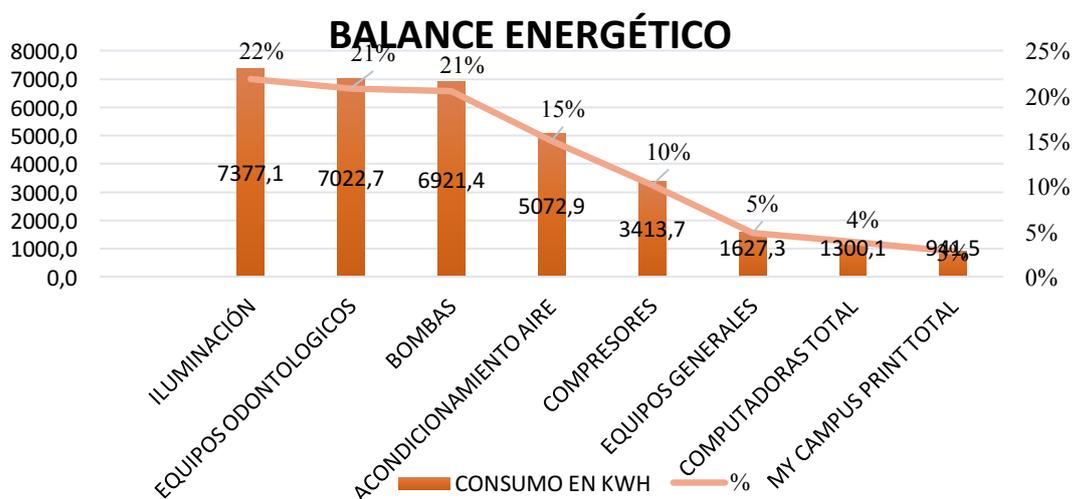


Figura 3. Balance energético del campus Colón

El sistema de iluminación consume el 22% de la energía mensual en el campus, los equipos odontológicos y el sistema de bombeo consumen individualmente el 21%; el sistema de acondicionamiento de aire consume el 15%; los compresores el 10%, los equipos generales el 5%; las computadoras el 4% y el sistema de impresión My Campus Print el 3%; Como resultado el balance energético proporciona un panorama del consumo de la sede en función a sus sistemas, permitiendo determinar las propuesta de medidas de eficiencia energética, que disminuyan el consumo de energía en el campus Colón de la universidad de las Américas.

### 3.1.2.1 Iluminación

La sede Colón dispone de varios tipos de luminarias en sus instalaciones acorde a la necesidad de cada sala. Se realizó el levantamiento en campo del tipo de luminaria que dispone cada zona con el fin de aproximar el consumo del sistema de iluminación en el campus, tomando en cuenta la cantidad y tipo de luminaria, el tipo de balastro y la cantidad de lámparas que posee cada una.

En el sistema de iluminación es importante establecer la potencia de uso considerando el balastro de la luminaria, ya que este consume energía para mantener constante la corriente entregada a cada lámpara, se presentan los anexos de cada tipo de luminaria para determinar la potencia de uso de acuerdo a sus características, en el anexo 2 Iluminación.

El consumo en KWH determinado en la tabla 4, se obtuvo de la multiplicación de la cantidad de luminarias, por la potencia de uso representativa de acuerdo al tipo de balastro que posee, por las horas de operación aproximadas de cada zona del campus según los horarios de operación entre lunes a viernes y sábados a domingos.

Tabla 4.  
*Línea base de iluminación*

ZONA DEL CAMPUS	CANT LUMINARIAS	TIPO	CANT LÁMPARA	POTENCIA LÁMPARA (W)	POTENCIA CON BALASTRO KW	HORA (LUN-VIE R)	HORA (SAB-DOM)	CONSUMO (LUN-VIE) KWH	CONSUMO (SAB-DOM) KWH
CUARTO DE GENERADOR ELECTRICO	4	FLU	4.0	40	0.33	1	1	1.31	1.31
TALLER MANTENIMIENTO	2	FLU	4.0	32	0.11	1	1	0.22	0.22

OFICINA SERVICIOS GENERALES	2	FLU	4.0	40	0.33	1	1	0.65	0.65
BODEGA SERVICIOS GENERALES	2	FLU	2.0	40	0.09	1	1	0.17	0.17
TALLER ODONTOLOG ÍA	1	FLU	4.0	32	0.11	1	1	0.11	0.11
CUARTO MAQUINAS 1	1	FLU	2.0	40	0.09	1	1	0.09	0.09
	2	DULUX	1.0	60	0.06	2	2	0.24	0.24
BODEGA LIMPIEZA	2	FLU	2.0	40	0.09	2	2	0.34	0.34
CUARTO DESECHOS SOLIDOS	2	FLU	4.0	40	0.33	1	1	0.65	0.65
	2	FLU	4.0	40	0.33	1	1	0.65	0.65
PASILLOS SUBSUELO	7	FLU	2.0	40	0.09	1	1	0.60	0.60
	2	DULUX	1.0	20	0.02	1	1	0.04	0.04
QUIRÓFANO	11	FLU	3.0	17	0.04	6	4	2.90	1.94
	2	DULUX	1.0	20	0.02	6	4	0.24	0.16
QUIRÓFANO OPERATORIO	3	FLU	2.0	32	0.06	2	2	0.35	0.35
ASISTENCIA LEGAL	24	FLU	3.0	17	0.04	6	4	6.34	4.22
	22	DULUX	1.0	20	0.02	6	4	2.64	1.76
ARCHIVO ASISTENCIA LEGAL	1	FLU	4.0	32	0.11	4	4	0.44	0.44
CUARTO DE MAQUINAS 2	1	FLU	4.0	32	0.11	2	2	0.22	0.22
CAFETERÍA ADMINISTRA TIVA	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
SECRETARÍA ACADEMICA	6	FLU	3.0	17	0.04	6	4	1.58	1.06
AUDITORIO	18	FLU	3.0	17	0.04	1	1	0.79	0.79
SALA DE PROFESORE S TIEMPO PARCIAL	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
SALA DE GRADOS	6	FLU	4.0	40	0.33	1	1	1.96	1.96
PATIO DE ARTES	4	HALÓGEN A	1.0	250	0.30	8	4	9.44	4.72
	6	DICROIC OS	1.0	50	0.05	8	4	2.54	1.27
CAFETERÍA	9	FLU	4.0	40	0.33	6	6	17.66	17.66
	3	FLU	2.0	40	0.09	6	6	1.53	1.53
BIBLIOTECA	13	FLU	4.0	18	0.03	8	4	3.54	1.77
	1	LED	4.0	40	0.33	8	4	2.62	1.31
	3	FLU	2.0	40	0.09	8	4	2.04	1.02

CAJAS / PASILLO CAJAS	4	FLU	2.0	40	0.09	6	4	2.04	1.36
FINANCIAMIENTO	2	FLU	4.0	18	0.03	6	4	0.41	0.27
	1	FLU	2.0	17	0.04	6	4	0.26	0.18
HALL FINANCIAMIENTO	2	LED	1.0	18	0.02	8	4	0.29	0.14
DIRECCIÓN TEGNOLOGÍAS	4	FLU	2.0	40	0.09	6	3	2.04	1.02
	1	FLU	4.0	32	0.11	6	3	0.66	0.33
TOMA DE TEST	3	FLU	2.0	40	0.09	1	1	0.26	0.26
ADMISIONES	6	FLU	2.0	40	0.09	6	4	3.06	2.04
ADMINISTRATIVO	5	FLU	2.0	40	0.09	6	4	2.55	1.70
ASEUDLA	1	FLU	2.0	32	0.06	1	1	0.06	0.06
	2	OJO BUEY	1.0	20	0.05	1	1	0.09	0.09
PASILLO PB BLOQUE 2	7	FLU	2.0	17	0.03	8	4	1.90	0.95
JARDÍN FACHADA PRINCIPAL	8	HALOGENOS	1.0	150	0.21	4	4	6.72	6.72
ENTRADA	1	LED	1.0	200	0.30	4	4	1.18	1.18
RECEPCIÓN	1	HALOGENOS	1.0	250	0.30	8	3	2.36	0.89
PASILLO RECEPCIÓN	4	HALOGENOS	1.0	150	0.21	8	3	6.72	2.52
DISPENSARIO MÉDICO	5	FLU	3.0	17	0.04	6	3	1.32	0.66
	2	DULUX	1.0	20	0.02	6	3	0.24	0.12
COPIADORA	2	FLU	3.0	17	0.04	6	3	0.53	0.26
CENTRO RADIOLÓGICO	5	FLU	3.0	17	0.04	6	3	1.32	0.66
	6	DULUX	1.0	50	0.02	3	1	0.36	0.12
	6	DULUX	1.0	20	0.02	3	1	0.36	0.12
BAÑOS	54	DULUX	1.0	20	0.02	5	3	5.40	3.24
PASILLO TECHO	24	DULUX	1.0	20	0.02	5	3	2.40	1.44
PASILLO APLIQUES	16	DULUX	1.0	20	0.02	5	3	1.60	0.96
DUCTOS	1	FLU	2.0	40	0.09	1	1	0.09	0.09
SALA ESPERA ODONTOLÓGICA	1	FLU	2.0	50	0.12	8	3	0.94	0.35
	12	DULUX	1.0	15	0.02	8	4	1.44	0.72
RAYOS X	1	FLU	4.0	32	0.11	4	4	0.44	0.44
LABORATORIO ENDODONCIA	2	FLU	4.0	40	0.33	4	4	2.62	2.62
CAJA CLINICA	1	FLU	4.0	40	0.33	6	4	1.96	1.31
CLINICA ENDODONCIA	38	FLU	4.0	32	0.11	6	4	25.08	16.72

PASILLO PERIODONCIA/ BODEGAS	3	FLU	4.0	40	0.33	6	4	5.89	3.92
DIAGNOSTICO CLINICA	4	FLU	4.0	32	0.11	6	4	2.64	1.76
	14	DULUX	1.0	20	0.02	6	4	1.68	1.12
LAB SALA 525	6	FLU	3.0	17	0.04	3	6	0.79	1.58
LAB SALA 526	6	FLU	3.0	17	0.04	3	6	0.79	1.58
LAB SALA 527	6	FLU	3.0	17	0.04	3	6	0.79	1.58
LAB SALA 528	6	FLU	3.0	17	0.04	3	6	0.79	1.58
LAB SALA 529	6	FLU	3.0	17	0.04	3	6	0.79	1.58
LAB SALA 530	6	FLU	3.0	17	0.04	3	6	0.79	1.58
LAB SALA 531	6	FLU	3.0	17	0.04	3	6	0.79	1.58
SALA DOCENTES DECANATO	10	FLU	2.0	40	0.09	8	6	6.80	5.10
OF DECANATO / SALA ESPERA	9	FLU	2.0	40	0.09	8	6	6.12	4.59
PASILLO TECHOS P1	46	DULUX	1.0	20	0.02	3	3	2.76	2.76
PASILLO APLIQUES	18	DULUX	1.0	20	0.02	3	3	1.08	1.08
AUDITORIO POSTGRADO	20	FLU	3.0	17	0.04	1	1	0.88	0.88
SALA DOCENTES CLÍNICA	4	FLU	3.0	17	0.04	4	4	0.70	0.70
SALA DOCENTES POSGRADO	5	FLU	4.0	40	0.33	3	4	4.91	6.54
DIRECCIÓN POSTGRADO	4	FLU	4.0	40	0.33	5	5	6.54	6.54
PASILLO DIRC POSTGRADO	4	FLU	4.0	40	0.33	5	5	6.54	6.54
LAVADO INSTRUMENTAL	6	FLU	4.0	40	0.33	2	2	3.92	3.92
ESTERILIZACIÓN	6	FLU	4.0	40	0.33	2	2	3.92	3.92
LAB ANATOMÍA	4	FLU	4.0	40	0.33	2	2	2.62	2.62
DATA CENTER	7	FLU	3.0	17	0.04	12	8	3.70	2.46
DUCTOS	2	FLU	2.0	40	0.09	1	1	0.17	0.17
	52	DULUX	1.0	20	0.02	1	1	1.04	1.04
LAB PRACTICA 1	8	FLU	4.0	40	0.33	3	2	7.85	5.23
LAB PRACTICA 2	20	FLU	4.0	40	0.33	3	2	19.62	13.08
PASILLO P1 B2	7	FLU	3.0	17	0.04	3	2	0.92	0.62
ENTRADA LAB PRACTICA	2	DICROICOS	1.0	50	0.05	4	2	0.42	0.21
LAB SIMULADORE	2	FLU	3.0	17	0.04	4	4	0.35	0.35

S	18	FLU	2.0	40	0.09	4	4	6.12	6.12
LAB BIOMATERIALES	9	FLU	2.0	40	0.09	4	4	3.06	3.06
LAB PROTESIS	9	FLU	2.0	40	0.09	4	4	3.06	3.06
BODEGA DOMÓTICA	2	FLU	3.0	17	0.04	4	4	0.35	0.35
PASILLO P2 B2	6	FLU	3.0	17	0.04	4	4	1.06	1.06
PASILLO P2 B1	12	DULUX	1.0	20	0.02	4	4	0.96	0.96
	4	DICROICOS	1.0	50	0.05	4	4	0.85	0.85
AULA 537	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
AULA 538	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
AULA 539	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
AULA 540	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
AULA 541	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
AULA 542	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
AULA 543	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
AULA 544	6	FLU	3.0	17	0.04	4	2	1.06	0.53
<b>CONSUMO SEMANAL</b>								<b>261.23</b>	<b>203.77</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>								<b>7377.07</b>	<b>KWH</b>

*Nota:* LAB= Laboratorio; FLU= Fluorescente; P= Piso; B= Bloque.

El consumo mensual establecido por el sistema de iluminación, conforme a la información levantada en campo en un mes es de 7377.07 KWH. Representando el 22% del consumo en el modelo de desempeño.

La sede presenta diferentes tipos de luminarias, y por ende diversos tipos de lámparas; en su mayoría el campus posee lámparas conocidas como T8 y T12; se denominan con la letra T por ser tubulares y los números 8 y 12 por el diámetro de la lámpara, los cuales son una pulgada y una pulgada y media respectivamente de tipo fluorescentes. Este tipo de lámpara representa el 98% del total de lámparas en la sede.

El tipo de lámpara influye en la calidad de luz y a su vez, en el consumo energético de la luminaria, por ende, es necesario tomar a consideración las características de la iluminación para proponer medidas de eficiencia en base a la calidad de luz y el consumo eléctrico, a continuación, se presenta la cantidad

de lámparas y porcentaje de representación en todo el campus como muestra la Tabla 5.

Tabla 5.  
*Tipos de lámparas*

TIPO DE LAMPARA	CANT	%
FLUORESCENTES	1493	98%
DULUX	18	1%
DICROICOS	3	0.2%
HALOGENOS	4	0.3%
LED	6	0.4%
<b>TOTAL FOCOS</b>	<b>1524</b>	

La cantidad de energía consumida por el sistema de iluminación irá acorde a la calidad de luz que dispone el Campus Colón. El índice de representación del color [CRI], se define como: "...el efecto de una fuente de luz sobre el aspecto de color de un objeto" (Kissock, 2016). La cantidad de luz solar que refleja en un objeto influye en la percepción del color, mientras más luz el color tiende a volverse más blanco; la luz de lámparas eléctricas disminuye la capacidad de distinguir colores, por lo cual el CRI permite clasificar la calidad de luz en un rango de 0 a 100 %, este dependerá del tipo de lámpara que se ocupe. (Kissock, 2016) Se muestra el índice de color de acuerdo al tipo de lámpara en la Tabla 6.

Tabla 6.  
*Índice de representación del color CRI*

Light Type	CRI
Sunlight	100
Incandescent	99
T8 Fluorescent	75-85
Metal halide	65
T12 Fluorescent (cool white)	60
High-pressure sodium	22

Adaptada de Kissock, 2016

La Sociedad de Ingeniería de Iluminación, *Illuminating Engineering Society*,

recomienda que la cantidad de luz visible o lúmenes (lm) sobre m<sup>2</sup> conocido como luminancia para aulas educativas y oficinas administrativas se encuentre en el rango de 300 a 500 (lm/m<sup>2</sup>) véase Tabla 7, el nivel de iluminación varía de acuerdo a la actividad que se realice en la zona, es decir la cantidad de luminancia que se necesita para leer un libro no es la misma que se necesita para observar objetos de gran tamaño. (Illuminating Engineering Society, 2017). Identificando los tipos de lámparas que posee el Campus Colón más el consumo eléctrico que representa el sistema de iluminación y las características principales de sus luminarias, se realizó el levantamiento en campo de la luminancia de áreas críticas para corroborar el CRI, se evidencia en la Tabla 8 *Mediciones de luminancia en zonas críticas*.

Tabla 7.  
*Luminancia recomendada*

<i>Space/Function</i>	<i>Recommended Lighting Level (fc)</i>	<i>Lm/ m<sup>2</sup></i>
<i>Offices and classrooms</i>	30-50	300-500
<i>Corridors</i>	5-10	50-100
<i>Restrooms</i>	5	50
<i>Dining rooms</i>	10	100
<i>Merchandise Display</i>	50	500
<i>Warehouse</i>	5-30	50-300
<i>Manufacturing</i>	30-50	300-500
<i>Inspection</i>	50-100	500-1000

Nota. \*fc=lm/ft<sup>2</sup>

Adaptada de Kissock, 2016

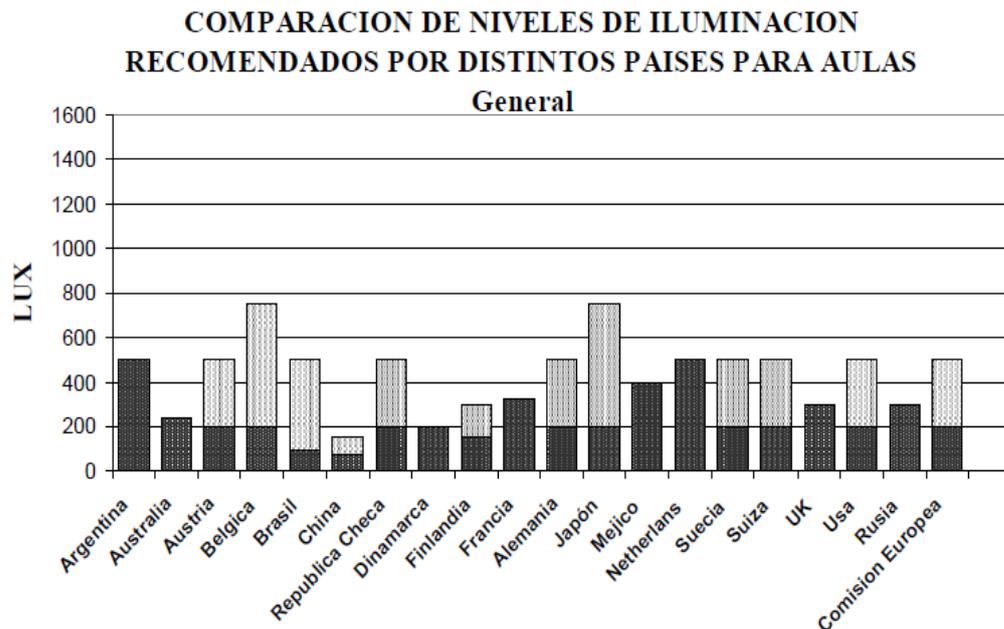
Tabla 8.  
*Mediciones de Luminancia en zonas críticas*

ZONA DEL CAMPUS	LÁMPARAS (UND) X POTENCIA (W)	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	PROMEDIO (LM)
BIBLIOTECA	4X18	608	640	586	170	190	400.8
AULA 526	3X17	109	22	178	19	42	65.6
AULA 530	3X17	206	77	23	24	20	66

AULA 537	3X17	174	92	97	123	157	97.2
AULA 542	3X17	68	100	176	50	57	78.8
SECRETARIA ACADEMICA	3X17	142	161	150	129	134	116.4
ADMISIONES	2X40	268	240	286	293	181	217.4
LABORATORIO 549	3X17	56	170	37	81	76	68.8
AULA 537	3X17	145	148	617	163	109	214.6
AULA 542	3X17	573	1280	118	68	66	407.8
SECRETARIA	3X17	360	74	70	57	62	112.2
ADMISIONES	2X40	188	367	382	1265	165	440.4
LAB 549	3X17	138	468	131	427	398	232.8
LAB 545	3X17	54	59	89	338	141	108
<b>PROMEDIO DE lm / m<sup>2</sup></b>							<b>138.9</b>

Los niveles de iluminación en la Sede Colón representados por la luminancia ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ), se revisaron en las zonas determinadas anteriormente por el personal de Servicios Generales del campus, obteniendo como resultado promedio  $138.9 \text{ lm}/\text{m}^2$ , este valor es el 46.3 % de la cantidad mínima total recomendada por la Sociedad de Ingeniería de Iluminación, *Illuminating Engineering Society*, de  $300 \text{ lm}/\text{m}^2$  para oficinas y aulas de clase.

Los niveles de iluminación varían de acuerdo a los países y sus recomendaciones, por lo cual se presenta la clasificación de los rangos que proponen los principales países en realizar estudios de luminancia y productividad en el mundo.



*Figura 4.* Niveles de iluminación recomendados para aulas.

Tomada de: Pattini, 2001, p, 3.

### 3.1.2.2 Equipos Odontológicos

La Carrera de Odontología demanda el 70 % de la infraestructura en la sede, por lo cual las zonas que abarca operan en horario diurno acorde a la carrera; la clínica odontológica está abierta al público general en horario de 7h30 a 19h30 de lunes a viernes y de 9h00 a 17h00 en fines de semana, a su vez varias zonas entre aulas y laboratorios son utilizados por los estudiantes para realizar prácticas. Se presenta el levantamiento en campo de acuerdo a la zona del campus y a especificaciones de los diferentes equipos contemplando la potencia nominal de cada equipo, la fracción de carga= 1, y las horas aproximadas de uso, con el fin de establecer el consumo eléctrico representativo que constituye los equipos odontológicos en el balance energético.

Tabla 9.  
Línea base equipos odontológicos

ZONA DEL CAMPUS	CANT	ESPECIFICACIÓN	POTENCIA NOMINAL (KW)	HORAS (LUN-DOM)	CONSUMO (LUN-DOM) (KWH)	
QUIRÓFANO / QUIRÓFANO OPERATORIO	4	SILLON ODONTOLÓGICO CON LAMPARA	MARCA: DENTALEZ MODELO: NU SIMPLICITY	0.2	5	4.0
CLINICA ENDODONCIA	1	EQUIPO DE RX PANORAMICO	MARCA: J MORITA MODELO: X-550	2	2	4.0
	1	EQUIPO DE RX PERIAPICAL	MARCA: BELMONT MODELO: 097-H	0.8	2	1.6
	2	EQUIPO DE RX PERIAPICAL	MARCA: DENTEX MODELO: ENDO ACP	0.8	2	3.2
	43	SILLON ODONTOLÓGICO CON LAMPARA	MARCA: DENTALEZ MODELO: NU SIMPLICITY	0.2	4	34.4
	44	CAVITRÓN ELECTRÓNICO	MARCA: DENTAMERIC A MODELO: SCALEX 800	0.66	4	116.2
	5	CAVITRÓN ELECTRÓNICO	MARCA: DENTAMERIC A MODELO: SCALEX 800 PLUS	0.16	4	3.3
ESTERILIZACION	1	AUTOCLAVE	MARCA: TUTTNAVER MODELO: 2340M	1.65	3	5.0
	3	AUTOCLAVE	MARCA: TUTTNAVER MODELO: 3870M	4.4	3	39.6
LAB PRACTICA 1	1	SILLON ODONTOLÓGICO CON LAMPARA	MARCA: DENTALEZ MODELO: NU SIMPLICITY	0.2	2	0.4
LAB PRACTICA 2	2	ESMERIL	MARCA: DE WALL MODELO: DW756	0.55	2	2.2
	3	RECORTADORA DE YESO	MARCA: BUFFALO MODELO: TRIMMER	0.37	2	2.2
	4	SILLON ODONTOLÓGICO CON LAMPARA	MARCA: DENTALEZ MODELO: NU SIMPLICITY	0.2	2	1.6

LABORATORIO O SIMULADORES VIRTUALES (536)	30	UNIDAD DE SIMULACION	MARCA: MICRODENTA MODELO: UNICO	0.07	3	6.9
	2	UNIDAD DE SIMULACION	MARCA: ADEC MODELO: 6300	0.07	3	0.5
	2	RECORTADORA DE YESO	MARCA: WHIP MIX MODELO: 3B	0.24	1	0.5
LABORATORIO O BIOMATERIALES	2	ESMERIL	MARCA: DE WALL MODELO: DW756	0.55	2	2.2
	2	MOTOR COLGANTE	MARCA: FOREDOM MODELO: SR	0.12	2	0.5
	3	MOTOR BANCO	MARCA: REDWING MODELO 26A	0.18	2	1.1
	2	RECORTADORA DE YESO	MARCA: WHIP MIX MODELO: 3B	0.24	2	1.0
	2	ESMERIL	MARCA: DE WALL MODELO: DW756	0.55	2	2.2
LABORATORIO O PROTESIS	2	MOTOR COLGANTE	MARCA: FOREDOM MODELO: SR	0.12	2	0.5
	2	MOTOR BANCO	MARCA: REDWING MODELO 26A	0.18	2	0.7
	2	MOTOR PARA IMPLANTES	MARCA: NSK MODELO: SURGIC XT PLUS	0.05	2	0.2
<b>CONSUMO DIARIO</b>						<b>234.09</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>						<b>7022.68</b>

El consumo de los equipos odontológicos representa el 21% de la energía eléctrica neta consumida por la sede en un mes, con un valor de 7022.68 KWH.

### 3.1.2.3 Bombas

El sistema de bombeo en el campus transporta flujo de agua a los baños, lavamanos y cafetería por medio de 3 bombas ubicadas en el cuarto de máquinas. El levantamiento de la línea base evidencia el trabajo constante de las bombas de agua, estas succionan el fluido de una cisterna y la trasportan directamente a los puntos de desfogue ya mencionados.

Los sillones odontológicos de la clínica y quirófanos demandan succión de aire para su funcionamiento, manteniendo 14 bombas de succión conectadas en paralelo para satisfacer la demanda. El sillón odontológico regula la presión de succión que prende directamente la bomba a la cual está conectada cuando se encuentra en uso.

Para calcular el consumo eléctrico del sistema de bombeo y succión del campus se identificó la potencia nominal característica de cada equipo y la potencia de uso se midió con un medidor de potencia. Se estima la fracción de carga, para obtener como resultado la potencia de entrada real, con la ecuación 5. Resultante de la línea base se establece el consumo eléctrico del sistema de acuerdo a las horas de operación aproximadas.

(Ecuación 5)

Potencia de entrada= Potencia nominal x fracción de carga x eficiencia.

Tabla 10.

*Línea base bombas*

CANT	ESPECIFICACIÓN	POTENCIA NOMINAL (KW)	POTENCIA USO (KW)	FRACCIÓN DE CARGA	EFICIENCIA	POTENCIA DE ENTRADA (KW)	HORAS (LUN-VIE)	HORAS (SAB-DOM)	CONSUMO (LUN-VIE) (KWH)	CONSUMO (SAB-DOM) (KWH)
2	BOMBA DE AGUA 1 MARCA; PEDRO LLO MODELO 2CP 40/180C SUCCIÓN N 2 1/2" X 2 1/2"	4	3.60	0.90	90 %	3.99	15	4	119.7	31.9
1	BOMBA DE AGUA 3 MARCA; PEDRO LLO MODELO CP 600 A SUCCIÓN N 2 1/2" X 2 1/2"	7.5	3.60	0.48	90 %	3.99	15	4	59.9	16.0

6	BOMBAS DE SUCCIÓN	MARCA: CUSTOM AIR MODEL O: CV 101 FS	6.16	1.26	0.20	96 %	1.31	5	4	39.4	31.5
3	BOMBAS DE SUCCIÓN	MARCA: CUSTOM AIR MODEL O: CV 102 FS	6.16	1.21	0.20	96 %	1.26	5	4	18.9	15.1
5	BOMBAS DE SUCCIÓN	MARCA: CUSTOM AIR MODEL O: MC202 FS	1.4912	1.26	0.84	96 %	1.31	5	4	32.8	26.3
<b>CONSUMO DIARIO</b>										<b>270.6</b>	<b>120.7</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>										<b>6921.4</b>	<b>KWH</b>

El consumo mensual es de 6921.4 KWH, representando el 21 % del consumo eléctrico neto del campus.

#### 3.1.2.4 Acondicionamiento de Aire

Un acondicionador de aire presenta componentes básicos como: *Intercambiador de calor del condensador y ventilador*, el cual transfiere el calor del refrigerante al aire exterior; *el intercambiador de calor del evaporador y ventilador*, transfiere el calor del aire interior al refrigerante; *el compresor*, el cual normalmente es el de mayor consumo energético, para elevar la temperatura del refrigerante y rechazar el calor del medio; *la válvula de reducción de presión*, que minimiza la ganancia de calor en la entrada del evaporador y por último el *refrigerante*, es la sustancia que bajo una temperatura y presión adecuada cambia de estado líquido a vapor (Kissock, 2016).

El tipo de acondicionador de aire será diferente acorde al ambiente, ya que su capacidad de enfriamiento dada en (BTU/H) dependerá de la carga de aire total en la zona que se desee ambientar; en el campus Colón la ambientación se

encuentra en lugares de aglomeración masiva como son la cafetería, biblioteca y auditorios. El levantamiento en campo de los equipos toma en cuenta sus especificaciones técnicas para aproximar el consumo de energía en base a la capacidad de enfriamiento de cada equipo, las horas de operación aproximadas y el SEER; la eficacia de equipo de acuerdo a la capacidad de enfriamiento y el consumo eléctrico utilizado, en el anexo 2 acondicionamiento de aire, se especifica las características de los modelos encontrados en el campus. Las siguientes ecuaciones se utilizaron para calcular el consumo eléctrico total.

$$SEER = \frac{Q_{evap}}{C_{electrico}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$\text{Consumo elect} = Q_{evap}(\text{Btu/h}) \times \frac{1}{SEER} \left(\frac{\text{whr}}{\text{Btu}}\right) \times \frac{1}{1000} \left(\frac{\text{Kw}}{\text{w}}\right) \times 24 \left(\frac{\text{hr}}{\text{dia}}\right) \times 10 \left(\frac{\$}{\text{dia}}\right)$$

(Ecuación 7)

Tabla 11.

*Línea base de acondicionadores de aire*

ZONA DEL CAMPUS	CANT	ESPECIFICACION	CAPACIDAD DE ENFRIAR BTU/H	SEER (BTU/WH R)	POTENCIA CONSUMIDA EN (KW)	HORAS (LUN-VIE)	HORAS (SAB-DOM)	CONSUMO (LUN-VIE) (KWH)	CONSUMO (SAB-DOM) (KWH)
CAFETERÍA	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO36SC	36000	10	3.6	6	3	21.60	10.80
BIBLIOTECA	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO60SC	60000	10	6	6	3	36.00	18.00
LAB 549	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO36SC	36000	10	3.6	2	1	7.20	3.60
LAB 526	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO48SC	48000	10	4.8	2	1	9.60	4.80
LAB 529	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO:	36000	10	3.6	2	1	7.20	3.60

NEO36SC									
LAB 530	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO36SC	36000	10	3.6	2	1	7.20	3.60
LAB 531	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO48SC	48000	10	4.8	2	1	9.60	4.80
LAB 528	2	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO36SC	36000	10	3.6	2	1	14.40	7.20
DATA CENTER	2	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO36SC	36000	10	3.6	6	3	43.20	21.60
AUDTORIO POSGRADO	2	MARCA: GREE MODELO:HN60 NA/AD	60000	16	3.75	1	1	7.50	7.50
<b>CONSUMO DIARIO</b>								<b>163.50</b>	<b>85.50</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>								<b>4281</b>	<b>KWH</b>

El consumo mensual de aire acondicionado es de 4281 KWH, a este se suma el consumo de los hongos extractores de aire y los ventiladores mecánicos que se presenta a continuación en la Tabla 9.

Las especificaciones técnicas de los acondicionadores de aire; a excepción del equipo Marca DAYTON, modelo: 4C590B, ubicado en el quirófano; utilizan para el acondicionamiento el refrigerante R 22, CLORODIFLUORMETANO, el cual se ha declarado como tóxico y corrosivo, causante de la destrucción del ozono troposférico, la ficha técnica se encuentra en el anexo 2 acondicionamiento de aire, GAS R 22.

Tabla 12.  
Línea base de hongos extractores y ventiladores mecánicos

ZONA DEL CAMPUS	CANT	ESPECIFICACION	POTENCIA NOMINAL (KW)	INTENSIDAD (A)	POTENCIA CONSUMIDA EN (KW)	HORAS (LUN-VIE)	HORAS (SAB-DOM)	CONSUMO (LUN-VIE) (KWH)	CONSUMO (SAB-DOM) (KWH)
CAFETERÍA	1	MARCA: SIEMENS	1.49	26	1.49	6	3	8.94	4.47
CLINICA ODONTOLÓGICA	2	HONGO EXTRACTOR MARCA: WEG MODELO: H100X0X0000	1.49	25	1.49	4	3	11.92	8.94
BAÑOS BLOQUE 1	1	MARCA: SIEMENS	1.1175	25	1.1175	4	3	4.47	3.35
OPERATORIO DENTAL	2	MARCA: DAYTON MODELO: F485QGL73	0.55875	4	0.55875	1	1	1.12	1.12
	1	VENTILACIÓN MECÁNICA MARCA: SMITH MODELO: MF485Q6L73	0.745	4	0.745	1	1	0.75	0.75
QUIRÓFANO	3	MARCA: SMITH MODELO: F48H06A01	0.3725	3.2	0.3725	1	1	1.12	1.12
	1	MARCA: DAYTON MODELO: 4C590B	0.3725	3.2	0.3725	1	1	0.37	0.37
EXTRACTORES Y VENTILADORES		<b>CONSUMO DIARIO</b>						<b>28.68</b>	<b>20.12</b>
		<b>CONSUMO MENSUAL</b>						<b>791.94</b>	<b>KWH</b>
<b>CONSUMO MENSUAL TOTAL DE ACONDICIONAMIENTO</b>								<b>5072.9</b>	<b>KWH</b>

El consumo total de acondicionamiento de aire es la sumatoria de los 4281 KWH del aire acondicionado más los 791.94 KWH de los hongos extractores y los ventiladores mecánicos, siendo el consumo de energía eléctrica mensual 5072.9 KWH, lo cual representa el 15 % del consumo total de electricidad neta

del campus.

### 3.1.2.5 Compresores

El sistema de compresores en el campus Colón genera, almacena y distribuye energía en forma de aire comprimido para los sillones odontológicos de la clínica y quirófanos de la carrera de odontología. Está compuesto por 3 compresores, cada uno con un almacenamiento de aire y configurados de acuerdo a los manuales de cada equipo. Dos de los compresores marca Sullair son equipos relativamente nuevos adquiridos en el año 2014 con una eficiencia de fábrica del 93.6% a diferencia del compresor marca Sri del año 2010 que posee una eficiencia del 69.4 %.

Para realizar el levantamiento de la línea base en compresores se tomó en cuenta la potencia nominal y la potencia de uso; medida con un medidor de potencia mientras los compresores funcionaban, determinando que su configuración establece un prendido instantáneo cuando la presión en el almacenamiento de aire llega a 110 PSI.

El consumo eléctrico se calculó mediante la fracción de carga por medio de la ecuación 8, la potencia de entrada con la ecuación 9 y la aproximación de las horas de operación, obteniendo como resultado el consumo. El anexo 2 Compresores, muestra las especificaciones técnicas de cada equipo. Se presenta el consumo eléctrico de los compresores en la Tabla 9 por medio del levantamiento de línea base.

Fracción de carga = potencia uso / potencia nominal (Ecuación 8)

(Ecuación 9)

Potencia de entrada = (potencia nominal x fracción de carga) / eficiencia

Consumo= Potencia de entrada x horas operación (Ecuación 10)

Tabla 13.  
Línea base compresores de aire

COMPRESOR ESPECIFICACIONES	POTENCIA NOMINAL (KW)	POTENCIA USO ((KW)	FRACCIÓN DE CARGA	EFICIENCIA	POTENCIA DE ENTRADA ((KWH	HORAS (LUN- VIE)	HORAS (SAB- DOM)	CONSUMO (LUN- VIE) KWH	CONSUMO (SAB- DOM) KWH
MARCA: SULLAIR MODELO 309-A	29.824	3.95	0.13	93.60%	4.22	6	3	25.312	12.656
MARCA: SCR MODELO: SCR 20I	14.912	9.49	0.64	69.40%	13.67	6	3	82.010	41.005
MARCA: SULLAIR MODELO: 1809 EV-AC	18.64	3.74	0.20	93.60%	4.00	6	3	23.974	11.987
<b>CONSUMO DIARIO</b>								<b>131.2</b>	<b>65.6</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>								<b>3413.7</b>	<b>KWH</b>

Los 3 compresores del campus representan el 10% del consumo eléctrico neto con 3,413.7 KWH al mes.

### 3.1.2.6 Equipos Generales

Se presenta diversos equipos como: proyectores, televisores, equipos de cafetería básicos, cajero automático, máquinas dispensadoras, entre otros, como se muestra en las especificaciones de la tabla 10. Mediante el levantamiento de datos se recopila la potencia nominal de cada uno, para calcular el consumo eléctrico de acuerdo a las horas de operación, la potencia de uso es igual a la potencia nominal debido al tipo de equipos; por lo cual la fracción de carga para el cálculo de consumo eléctrico es 1.

Tabla 14.  
Línea base equipos generales

ZONA DEL CAMPUS	CANT	ESPECIFICACIÓN	POTENCIA NOMINAL (KW)	FRACCIÓN DE CARGA	POTENCIA DE ENTRADA (KW)	HORAS (LUN-VIE)	HORAS (SAB-DOM)	CONSUMO (LUN-VIE) KW*H	CONSUMO (SAB-DOM) KW*H
CAFETERÍA ADMINISTRATIVA	2	MICROONDAS	1.05	1.00	1.05	2	2	4.2	2.1
	2	CAFETERAS	1.1	1.00	1.10	2	2	4.4	2.2
	1	REFRIGERADOR	0.26	1.00	0.27	6	4	1.59	1.06
	1	TELEVISION	0.08	1.00	0.09	6	3	0.51	0.255
AUDITORIO	3	PROYECTORES	0.42	1.00	0.42	1	1	1.263	0.421
SALA DE GRADOS	1	PROYECTORES	0.42	1.00	0.42	1	1	0.421	0.421
PATIO DE ARTES	2	TELEVISORES	0.17	1.00	0.18	8	4	2.816	0.704
	1	CAJERO AUTOMATICO	0.57	1.00	0.57	6	6	3.432	3.432
	2	MAQUINAS DISPENSADORAS	0.82	1.00	0.82	4	3	6.56	2.46
CAJAS	4	IMPRESORAS FACTURAS	0.02	1.00	0.02	4	2	0.368	0.046
PASILLO CAJAS	1	SERVIDOR DE TURNOS	0.15	1.00	0.15	5	3	0.75	0.45
ADMISIONES	1	TELEVISOR	0.08	1.00	0.09	6	4	0.51	0.34
ENTRADA	4	MAQUINAS RECEPTORAS CARNET	0.05	1.00	0.06	8	8	1.76	0.44
RECEPCIÓN	2	MONITORES, PANTALLAS	0.17	1.00	0.18	8	8	2.816	1.408
	1	SERVIDOR	0.17	1.00	0.18	4	2	0.704	0.352
	1	SISTEMA BIOMETRICO	0.05	1.00	0.06	2	2	0.11	0.11
BAÑOS	1	SECADOR DE MANOS	0.11	1.00	0.11	3	3	0.33	0.33
SALA ESPERA ODONTOLÓGICA	1	TELEVISOR	0.08	1.00	0.09	6	4	0.51	0.34
SALA 525	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	3	3	0.726	0.726
SALA 526	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	3	3	0.726	0.726
SALA 527	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	3	3	0.726	0.726
SALA 528	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	3	3	0.726	0.726
SALA 529	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	3	3	0.726	0.726
SALA 530	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	3	3	0.726	0.726
SALA 531	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	3	3	0.726	0.726
SALA 532 (Domótica)	3	TELEVISORES	0.84	1.00	0.84	1	1	2.52	0.84
	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	2	2	0.484	0.484

LABORATORIO ANATOMIA	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	2	1	0.484	0.242
BAÑOS	1	SECADOR MANOS	1.86	1.00	1.86	3	3	5.58	5.58
SECRETARIA ACADEMICA	1	IMPRESORA DE CARNET	0.15	1.00	0.15	1	1	0.15	0.15
AUDITORIO POSTGRADO	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	1	1	0.242	0.242
PASILLO DIRC POSTGRADO / SALA REUNIONES	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	1	1	0.242	0.242
LAB PRACTICA 1	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	2	2	0.484	0.484
AULA 537	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
AULA 538	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
AULA 539	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
AULA 540	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
AULA 541	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
AULA 542	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
AULA 543	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
AULA 544	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
LABORATORIO SIMULADOR (535)	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
LABORATORIO BIOMATERIALES	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
LABORATORIO PROTESIS	1	PROYECTORES	0.24	1.00	0.24	4	4	0.968	0.968
COORDINACIÓN TECNOLOGÍAS	1	TELEVISOR	0.08	1.00	0.09	1	0	0.085	0
	1	DVD	0.06	1.00	0.06	1	0	0.06	0
<b>CONSUMO DIARIO</b>								<b>59.1</b>	<b>40.8</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>								<b>1627.3</b>	<b>KWH</b>

El consumo mensual de los equipos generales en el campus es de 1627.3 KWH, lo cual representa el 5% del consumo neto de electricidad.

### 3.1.2.7 Computadoras

Se clasifica esta categoría con el fin de proponer medidas de eficiencia que traten directamente el consumo desmedido del sistema computacional. El sistema consta de una data center que mantiene la conexión de red constante;

el equipo UPS, modelador de potencia, proporciona una corriente constante en las computadoras a lo largo del campus, cada aula y zona administrativa posee una computadora de escritorio, dando como resultado 295 unidades.

La siguiente tabla.... muestra la ubicación de los equipos en la zona del campus y la cantidad de computadoras de cada zona, con las horas aproximadas de uso y reposo, para calcular el consumo eléctrico del sistema.

En su mayoría las computadoras no están programadas para reposar automáticamente después de un tiempo determinado de desuso, existe una persona encargada de apagar las computadoras de los puntos críticos como laboratorios cuando se termina el horario de funcionamiento de la sede, 22h00, mientras que las computadoras en áreas administrativas están a cargo de cada funcionario para ponerlas en reposo o apagarlas totalmente.

Tabla 15.

*Línea base computadoras*

ZONA DEL CAMPUS	CANT	POTENCIA NOMINAL (KW)	FRACCION DE CARGA	HORAS EN USO	HORAS EN REPOSO	CONSUMO (LUN-DOM) USO (KWH)	CONSUMO (LUN-DOM) REPOSO (KWH)
QUIROFANO	3	0.04	1.00	7	17	0.84	0.102
	13	0.04	1.00	7	17	3.64	0.442
SECRETARÍA ACADEMICA	3	0.04	1.00	12	12	1.44	0.072
AUDITORIO	1	0.04	1.00	1	23	0.04	0.046
SALA DE PROFESORES TIEMPO PARCIAL	9	0.04	1.00	4	20	1.44	0.36
SALA DE GRADOS	1	0.04	1.00	4	20	0.16	0.04
PATIO DE ARTES	6	0.04	1.00	4	20	0.96	0.24
BIBLIOTECA	8	0.04	1.00	6	18	1.92	0.288
FINANCIAMIENTO	2	0.04	1.00	12	12	0.96	0.048
DIRECCIÓN TECNOLOGÍAS	2	0.04	1.00	6	18	0.48	0.072
TOMA DE TEST	5	0.04	1.00	1	23	0.2	0.23
ADMISIONES	3	0.04	1.00	4	20	0.48	0.12
ADMINISTRATIVO	3	0.04	1.00	8	16	0.96	0.096
ASEUDLA	2	0.04	1.00	1	23	0.08	0.092

OFICINA SERVICIOS GENERALES	3	0.04	1.00	3	21	0.36	0.126
PASILLO RECEPCIÓN	1	0.04	1.00	8	16	0.32	0.032
SALA 525	11	0.04	1.00	4	20	1.76	0.44
SALA 526	31	0.04	1.00	4	20	4.96	1.24
SALA 527	11	0.04	1.00	4	20	1.76	0.44
SALA 528	33	0.04	1.00	4	20	5.28	1.32
SALA 529	11	0.04	1.00	4	20	1.76	0.44
SALA 530	36	0.04	1.00	4	20	5.76	1.44
SALA 531	19	0.04	1.00	4	20	3.04	0.76
SALA 532 (Domótica)	1	0.04	1.00	4	20	0.16	0.04
PASILLOS	1	0.04	1.00	4	20	0.16	0.04
LABORATORIO ANATOMIA	4	0.04	1.00	5	19	0.8	0.152
SECRETARIA ACADEMICA P1	1	0.04	1.00	8	16	0.32	0.032
AUDITORIO POSTGRADO	1	0.04	1.00	1	23	0.04	0.046
ESTERILIZACION	1	0.04	1.00	6	18	0.24	0.036
SALA DOCENTES CLINICA	4	0.04	1.00	6	18	0.96	0.144
DIRECCIÓN POSTGRADO	2	0.04	1.00	6	18	0.48	0.072
SALA DOCENTEES ODONTOLOGÍA	3	0.04	1.00	6	18	0.72	0.108
PASILLO DIRC POSTGRADO / SALA REUNIONES	1	0.04	1.00	1	23	0.04	0.046
DATA CENTER	2	0.04	1.00	8	5	0.64	0.02
	1	0.04	1.00	8	16	0.32	0.032
	2	0.04	1.00	2	22	0.16	0.088
LAB PRACTICA 2	1	0.04	1.00	2	22	0.08	0.044
SALA DOCENTES DECANATO	8	0.04	1.00	6	18	1.92	0.288
AULA 537	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038
AULA 538	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038
AULA 539	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038
AULA 540	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038
AULA 541	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038
AULA 542	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038
AULA 543	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038
AULA 544	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038
LABORATTORIO SIMULADOR (535)	2	0.04	1.00	5	19	0.4	0.076
LABORATORIO SIMULADORES VIRTUALES (536)	2	0.04	1.00	5	19	0.4	0.076
LABORATORIO BIOMATERIALES	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038
LABORATORIO PROTESIS	1	0.04	1.00	5	19	0.2	0.038

LABORATORIO TECGNOLOGIA (549)	23	0.04	1.00	5	19	4.6	0.874
SALA DOCENTES INGLES	3	0.04	1.00	6	18	0.72	0.108
COORDINACION TECGNOLOGIAS	5	0.04	1.00	6	18	1.2	0.18
<b>CONSUMO DIARIO</b>						<b>54.96</b>	<b>11.368</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>						<b>1300.1</b>	<b>KWH</b>

El sistema computacional representa el 4% de consumo eléctrico neto de la sede con un total de 1.300,1 KWH al mes.

### 3.1.2.8 *My Campus Print*

Parte del sistema de fotocopias, impresión y escaneo de la Universidad de las Américas se maneja de manera estratégica con *My Campus Print*, este sistema presente en el campus Colón se encuentra distribuido en puntos de convergencia, actualmente lo utilizan tanto estudiantes como docentes y personal administrativo, por lo cual se mantienen constantemente prendidos. Todos los equipos se someten a mantenimiento por el centro de copiado de la sede Colón, la cual al mismo tiempo programa los equipos para que se mantengan en reposo mientras no son utilizados.

El cálculo del consumo eléctrico se realiza tomando en cuenta la potencia nominal levantada en campo, y las horas aproximadas de operación de cada uno dependiendo la ubicación del mismo como se muestra en la Tabla 16. El consumo del sistema *My Campus Print*, representa el 3% del consumo eléctrico neto, con 941.5 KWH

Tabla 16.  
Línea base My Campus Print

ZONA DEL CAMPUS	CANT	ESPECIFICACIÓN	POTENCIA NOMINAL KW	POTENCIA STANDBY	FRACCIÓN DE CARGA	HORAS EN USO	HORAS EN REPOSO	CONSUMO USO KWH	CONSUMO REPOSO KWH
ASISTENCIA LEGAL	1	IMPRESORA HP	1.32	0.12	1.00	5	19	6.6	2.28
SECRETARIA ACADEMICA	1	ESCANNER	0.93	0.00	1.00	5	19	4.65	0.07
CAJAS	1	IMPRESORA	1.32	0.12	1.00	2	22	2.64	2.64
FINANCIAMIENTO	1	IMPRESORA	1.32	0.12	1.00	2	22	2.64	2.64
ADMISIONES	1	IMPRESORA	1.32	0.12	1.00	2	22	2.64	2.64
SECRETARIA ACADEMICA 2	1	IMPRESORA	1.32	0.12	1.00	2	22	2.64	2.64
	1	ESCANER	0.93	0.00	1.00	2	22	1.86	0.08
PASILLO DIRC POSTGRADO / SALA REUNIONES	1	IMPRESORA	1.32	0.12	1.00	2	22	2.64	2.64
SALA DOCENTES DECANATO	1	IMPRESORA	1.32	0.12	1.00	2	22	2.64	2.64
SALA DOCENTES INGLES	1	IMPRESORA	1.32	0.12	1.00	2	22	2.64	2.64
<b>CONSUMO DIARIO</b>								<b>34.23</b>	<b>23.5</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>								<b>941.5</b>	<b>KWH</b>

### 3.2 Medidas De Eficiencia Energética

Con el objetivo de utilizar menos o la misma cantidad de energía para desarrollar la funcionalidad de los diferentes equipos documentados en la línea base, y reducir el valor a pagar por electricidad, se proponen medidas de eficiencia y conservación de energía que contemplan innovación tecnológica y buenas prácticas ambientales.

Las diferentes estrategias son encaminadas a la aplicación a corto, mediano y largo plazo; se utiliza como referencia la planificación estratégica de los

sistemas de gestión energética impuesta por la ISO 50001 para desarrollar procedimientos analizando de adentro hacia afuera el sistema actual, con grandes ahorros obtenidos por medio de la reparación, automatización y monitoreo del sistema de gestión de la energía (The British Standards Institution, 2012).

### 3.2.1 Identificación y cuantificación de oportunidades de ahorro de energía

La línea base de consumo y el balance energético del Campus Colón, permitió identificar las oportunidades de ahorro energético; las diferentes medidas de eficacia energética se presentaron de acuerdo con la clasificación previa de equipos.

#### 3.2.1.1 Política Energética

Las autoridades a cargo de la sede han comenzado con la propuesta de un plan de mejoras iniciado en el año 2016, a cargo del Jefe de Sede y el departamento de Servicios Generales, que busca presentar e implementar medidas que economicen el consumo eléctrico y de agua potable en la sede; actualmente no constan con políticas institucionales de eficiencia energética. (Encalada, 2017)

El compromiso de la Universidad debe ser dirigida hacia una política energética que garantice el seguimiento constante de buenas prácticas ambientales y eficientes de energía, las metas y objetivos de la política engloban el trabajo en conjunto de toda la cadena de valor universitaria, desde su alta dirección, colaboradores, proveedores externos y estudiantes. Se propone la implementación de la siguiente política basada en los lineamientos de la norma ISO 50001 Sistemas de Gestión de Energía.

La Universidad de las Américas se compromete en el cumplimiento de los requisitos aplicables para la implementación del Sistema de Gestión

Energética, que garantice el rendimiento energético y la disponibilidad de recursos, como la compra de productos, servicios eficientes y diseño de modelo de desempeño energético, para cumplir con los objetivos y metas de la institución; a su vez se compromete en mantener documentación y comunicación con todos los niveles de la organización para mejorar continuamente.

Objetivo Gobernante; garantizar el cumplimiento de la Política Energética por medio de planes de acción que incluyan; presupuesto, responsables, medios y herramientas, indicadores de rendimiento y un método de verificación de resultados, todo esto con un sistema de información documentada.

Las medidas de eficiencia deben ser planificadas de acuerdo a un presupuesto de implementación, que contemple las referencias nombradas en el objetivo gobernante con el fin de cumplir la metodología de la ISO 50001 y la priorización de costo y beneficio de cada estrategia.

#### 3.2.1.2 Factor de corrección de demanda

El factor de corrección de demanda, FC, refleja la energía reactiva, es decir aquella que no puede ser utilizada, este puede ser mínimo de 0,6 para evitar penalizaciones. Véase la Figura 5. Histórico factor de corrección año 2016.

El objetivo principal de esta medida es disminuir el valor por recargo de demanda, referente al factor de corrección y su correlación con la Demanda Máxima del Consumidor durante el mes, DM. Según históricos del año 2016 en el mes de septiembre y octubre, el valor más bajo facturado por demanda fue de \$268.39 dólares americanos, con un factor de corrección 0.6 y un DM registrado de 109 KW.

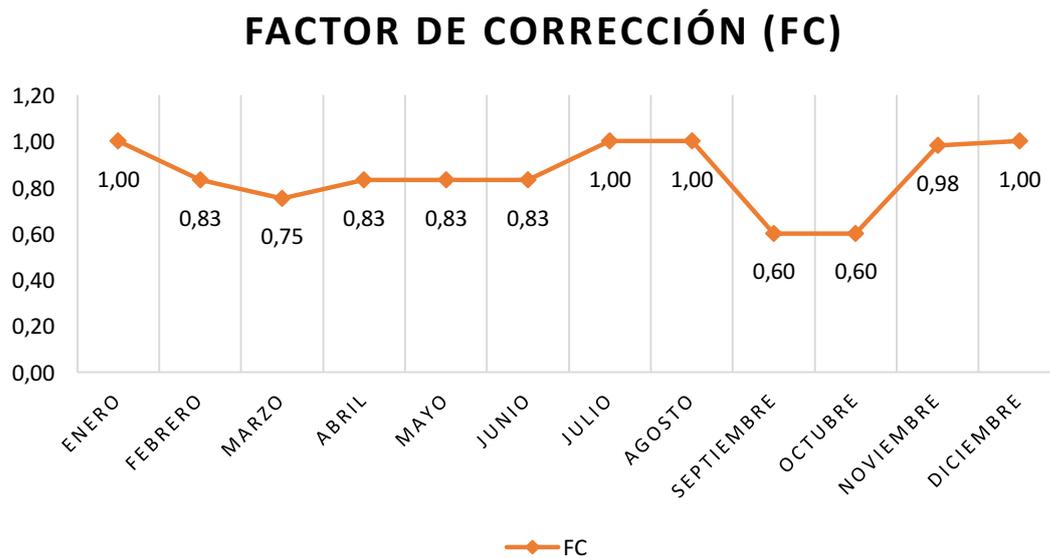


Figura 5. Histórico factor de corrección año 2016

Para disminuir el factor de corrección es necesario tomar en cuenta la estructura de facturación de la empresa eléctrica; FC es igual al DP/DM. El valor a pagar por demanda es resultado de la multiplicación de DM por FC y por \$4,125 dólares americanos. Si la DP, demanda máxima registrada por el campus en el horario de 18h00 a 22h00 disminuye, el factor de corrección disminuirá proporcionalmente y por ende el valor a pagar por demanda. Para disminuir la DP, los equipos no deben ser prendidos simultáneamente y menos aún en el rango horario de 18h00 a 22h00, es necesario establecer turnos de 15 a 30 minutos para prender todos los equipos, evitando de esta manera que el registro de demanda se encuentre en un solo periodo lo cual refleja un alto valor de demanda.

La Clínica Odontológica abarca varios sistemas de consumo crítico, como el sistema de compresores, el sistema de bombas y los equipos odontológicos, para disminuir el valor pagado por demanda, se propone el funcionamiento de esta área crítica hasta las 17h30, provocando la disminución directa de la DP, FC y la demanda facturable.

Se calculan la demanda energética que presenta todo el campus mientras se

encuentra en funcionamiento, en la Tabla 12, como resultado se establece 137.7 KW de demanda. La Clínica Odontológica representa el 35.4 % del total de la demanda con 48. 4 KW de demanda, como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17.

*Demanda Total del campus*

POTENCIA KW	CLASIFICACION
21.9	COMPRESORES
13.7	MY CAMPUS PRINT
11.9	BOMBAS
2.1	COMPUTADORAS
14.4	EQUIPOS GENERALES
47.1	ACONDICIONAMIENTO DE AIRE
11.9	ILUMINACION
14.6	EQUIPOS ODONTOLOGICOS
<b>137.7</b>	<b>DEMANDA TOTAL DEL CAMPUS</b>

La demanda total de equipos y sistemas en el campus es de 137.7 KW, lo cual representa el 100% alcanzable en demanda con los equipos actuales. Según los históricos del año 2016, los valores máximos registrados son FC=1 con una DM= 131 KW y DP= 131 KW, lo que quiere decir que todos los equipos y sistemas alcanzan un máximo del 95.2 % de demanda.

Disminuyendo la operatividad de la Clínica hasta las 17h30, y evitando el rango de registro de DP, de 18h00 a 22h00, se calculó un ahorro de 2.3 KW de demanda; DP es igual a 46.1 KW, a diferencia de la actual en la Tabla 13, y DM se mantiene en el valor más alto registrado con 131 KW; el factor de corrección calculado es igual a 0.64, representando \$194,72 dólares americanos de ahorro mensual por una hora de inoperatividad diaria de la Clínica Odontológica.

Tabla 18.

*Demanda clínica odontológica*

DEMANDA CLÍNICA ODONTOLOGICA	
COMPRESORES	21.9
BOMBAS	11.9
EQUIPOS ODONTOLÓGICOS	14.6
<b>TOTAL DEMANDA KW</b>	<b>48.4</b>

## 3.2.1.3 Equipos odontológicos

Los equipos que ocupa la carrera de odontología, en su mayoría son motores de implantes, esmeriles, recortadoras de yeso, motores colgantes y motores de banco, los cuales se utilizan para realizar piezas dentales. A su vez posee sillones odontológicos que tienen la función de distribuir agua, aire y succión para las intervenciones, en este caso las medidas de eficiencia se reflejan en compresores y bombas.

Los laboratorios de prácticas poseen sillones simuladores que posee una lámpara de consumo eléctrico y una estructura de simulación que no consume energía. Se proponen las siguientes medidas de eficiencia y conservación de energía para evitar el consumo excesivo de la misma de acuerdo con la metodología de la ISO 50001, para evitar pérdidas de energía, y mejorar la eficiencia de los equipos. Se presenta en la Tabla 19, el costo de inversión, el ahorro energético, y económico de las siguientes medidas de eficiencia.

Tabla 19.

*Costo y ahorro equipos odontológicos*

MEDIDAS DE EFICIENCIA EQUIPOS ODONTOLÓGICOS				
MEDIDA	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN AÑO \$	AHORRO ENERGÉTICO KWH MES	AHORRO ECONÓMICO MENSUALES \$	AHORRO ECONÓMICO ANUAL \$

Apagado de motores y desconexión	\$0.00	202.31	\$19.42	\$233.06
Transmisión de motores	\$0.00	242.77	\$1.92	\$23.06
Reemplazo de motores	\$103.34	14.1	\$1.34	\$16.07
<b>TOTAL</b>	\$103.34	\$459.18	\$22.68	\$272.20

El ahorro anual de implementar estas medidas sería aproximado a \$272.20 dólares americanos anuales.

#### 3.2.1.3.1 Apagado de motores y desconexión

El consumo eléctrico por el arranque de los motores especificados en la Tabla 20, llega a su pico más alto en un segundo y después decae hasta estabilizarse en una velocidad estándar, por lo cual la demanda de electricidad no es representativa al conectarlos y desconectarlos constantemente; si se mantiene conectado por periodos de 15 a 30 min, el consumo aumenta y a su vez aumenta la demanda de energía; el ahorro de energía al desconectarlos o utilizarlos por turnos menores a 15 min representa ahorros económicos y disminución directa en las horas de operación del equipo. El consumo mensual calculado de estos equipos se presenta en la Tabla 14, con un resultado de 404.63 KWH mensual consumidos por la utilización de estas herramientas, lo cual representa \$38.43 dólares americanos a pagar mensualmente.

Es indispensable el apoyo y capacitación de los colaboradores y estudiantes de la Universidad, para poner en marcha la buena práctica ambiental de desconectar los equipos mientras no se encuentran en uso, esto puede disminuir en un 50% el consumo de energía actual de motores, correspondiente a 202.31 KWH disminuidos a la facturación mensual, lo cual representa \$19.42 dólares americanos de ahorro económico mensual.

Tabla 20.

*Consumo de motores de odontología para laboratorio*

ZONA DEL CAMPUS	CANT	ESPECIFICACION	POTENCIA NOMINAL (KW)	HORAS (LUN- DOM)	CONSUMO (LUN- DOM) (KWH)
LAB PRACTICA 2	2	ESMERIL MARCA: DE WALL MODELO: DW756	0.5592	2	2.2
	3	RECORTADORA DE YESO MARCA: BUFFALO MODELO TRIMMER	0.3728	2	2.2
LABORATORIO BIOMATERIALES	2	RECORTADORA DE YESO MARCA: WHIP MIX MODELO: 3B	0.246048	1	0.5
	2	ESMERIL MARCA: DE WALL MODELO: DW756	0.5592	2	2.2
	2	MOTOR COLGANTE MARCA: FOREDOM MODELO: SR	0.1237696	2	0.5
	3	MOTOR BANCO MARCA: REDWING MODELO 26A	0.1864	2	1.1
LABORATORIO PROTESIS	2	RECORTADORA DE YESO MARCA: WHIP MIX MODELO: 3B	0.246048	2	1.0
	2	ESMERIL MARCA: DE WALL MODELO: DW756	0.5592	2	2.2
	2	MOTOR COLGANTE MARCA: FOREDOM MODELO: SR	0.12421696	2	0.5
	2	MOTOR BANCO MARCA: REDWING MODELO 26A	0.1864	2	0.7
	2	MOTOR PARA IMPLANTES MARCA: NSK MODELO: SURGIC XT PLUS	0.052	2	0.2
CONSUMO DIARIO					13.49
CONSUMO MENSUAL					404.6230272

### 3.2.1.3.2 Transmisión de motores

El paso del eje del motor a la carga es la transmisión, existen diferentes tipos como: acoplamientos de eje directo, engranajes, correa y cadenas. Los acopladores transfieren el 100% de la potencia a la carga por lo cual se recomienda que la transmisión sea directa, evitando de esta manera pérdidas de energía y consiguiendo que la potencia de uso difiera en un valor mínimo a la potencia de entrada. Esta medida puede ser aplicada tomando en cuenta las características principales de cada motor (Kissock, 2016).

En los motores de práctica de laboratorio como: motores de implantes, esmeriles, recortadoras de yeso, motores colgantes y motores de banco se puede aumentar la transmisión de energía con acoplamientos directos y evitar la pérdida de carga en la utilización de los mismos. Esto puede mejorar la eficiencia de los equipos en un 5% del consumo anual (Quijano Hernández, M. D. J., Niño, R., & Alberto, N. , 2009), representando ahorros de energía de 242.77 KWH al año, o \$23.06 dólares americanos al año.

### 3.2.1.3.3 Reemplazó de motores

Rebobinar motores es más costoso que comprar nuevos, ya que este puede disminuir su eficiencia en el 3,5 % de su capacidad (Quijano Hernández, M. D. J., Niño, R., & Alberto, N. , 2009), por lo cual se propone un plan de actualización de motores, que permita evitar los costos de reparación y pérdida de energía. Si la potencia de entrada no puede transformarse en potencia de uso o la diferencia entre las dos es considerable, esto quiere decir que el motor trabajara con una eficiencia baja consumiendo mucha energía eléctrica, lo que aumenta nuestro costo en la factura eléctrica y disminuye el rendimiento en la producción u ocupación de la herramienta.

Acorde al levantamiento de la línea base si se rebobinan los motores y la eficiencia baja en 3.5%, el consumo aumentaría en 14.1 KWH mensuales más al consumo actual, que es de 404.62 KWH mes. En la Tabla 15 se presenta el

costo unitario aproximado de adquisición de un nuevo motor; en el anexo 2. Equipos Odontológicos, se presenta el costo unitario de acuerdo a cada tipo de motor. Se establece un cambio anual del 1% del costo total de motores, siendo \$103.34 dólares de inversión anual.

Tabla 21.

*Costo cambio de motores*

ZONA DEL CAMPUS	CANT	ESPECIFICACIÓN	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
LAB PRACTICA 2	2	ESMERIL MARCA: DE WALL MODELO: DW756	135	270
	3	RECORTADORA DE YESO MARCA: BUFFALO MODELO TRIMMER	105	315
LABORATORIO BIOMATERIALES	2	RECORTADORA DE YESO MARCA: WHIP MIX MODELO: 3B	105	210
	2	ESMERIL MARCA: DE WALL MODELO: DW756	135	270
	2	MOTOR COLGANTE MARCA: FOREDOM MODELO: SR	136	272
	3	MOTOR BANCO MARCA: REDWING MODELO 26A	249	747
LABORATORIO PROTESIS	2	RECORTADORA DE YESO MARCA: WHIP MIX MODELO: 3B	105	210
	2	ESMERIL MARCA: DE WALL MODELO: DW756	135	270
	2	MOTOR COLGANTE MARCA: FOREDOM MODELO: SR	136	272
	2	MOTOR BANCO MARCA: REDWING MODELO 26A	249	498
	2	MOTOR PARA IMPLANTES MARCA: NSK MODELO: SURGIC XT PLUS	3500	7000
COSTO DE REEMPLAZO TOTAL DE EQUIPOS				10334

### 3.2.1.4 Iluminación

El sistema de iluminación ocupa el primer lugar como sistema de consumo crítico abarcando el 22% del total a pagar mensual en el campus Colón. Se presenta el costo de implementación, el ahorro energético y económico de la implementación de las medidas propuestas en la Tabla 22.

Tabla 22.

#### *Costo y ahorro Iluminación*

MEDIDAS DE EFICIENCIA ILUMINACIÓN				
MEDIDA	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN AÑO \$	AHORRO ENERGÉTICO KWH MES	AHORRO ECONÓMICO MENSUALES \$	AHORRO ECONÓMICO ANUAL \$
Reemplazo de iluminación	\$19,649.36	4465.39	\$424.21	\$5,090.52
Instalación de sensores de movimiento		102.39	\$97.27	\$1,167.25
Reemplazo de cortinas pesadas por vinil traslúcido	\$660.00	127.32	\$12.09	\$145.08
Apagado de luces innecesarias cerca de ventanas o claraboyas en el día	\$0.00	757.79	\$71.99	\$863.88
Distribución de iluminación				
<b>TOTAL</b>	<b>\$20,309.36</b>	<b>5452.89</b>	<b>\$605.56</b>	<b>\$7,266.73</b>

#### 3.2.1.4.1 Reemplazo de iluminación

El sistema de iluminación en el campus está compuesto por varios tipos de luminarias; la línea base de iluminación muestra la cantidad y tipos de lamparas que se encuentran instaladas y el consumo eléctrico total, por lo cual como medida de eficiencia se establece el cambio de las lamparas fluorescentes T8 Y T12, dicroicos halógenos, dulux y halógenos por iluminación LED, la cual posee una mayor eficiencia y beneficios para conseguir ahorro energético en el campus, se presenta el cálculo de consumo eléctrico si todas las lamparas son cambiadas a led.

Tabla 23.  
Consumo Sistema de iluminación con lamparas LED

ZONA DEL CAMPUS	CANT LUMINARIA	TIPO	CANT LÁMPARA	POTENCIA LÁMPARA (W)	HORA (LUN - VIER)	HORA (SAB - DOM)	POTENCIA LUMINARIA LED	CONSUMO (LUN - VIE) KWH	CONSUMO (SAB - DOM) KWH
CUARTO DE MÁQUINAS (GENERADOR)	4	LED	4.0	40	1	1	0.03	0.14	0.14
TALLER MANTENIMIENTO	2	LED	4.0	32	1	1	0.03	0.07	0.07
OFICINA SERVICIOS GENERALES	2	LED	4.0	40	1	1	0.03	0.07	0.07
BODEGA SERVICIOS GENERALES	2	LED	2.0	40	1	1	0.02	0.05	0.05
TALLER ODONTOLÓGICA	1	LED	4.0	32	1	1	0.03	0.03	0.03
CUARTO MÁQUINAS 1	1	LED	2.0	40	1	1	0.02	0.02	0.02
	2	LED	1.0	60	2	2	0.02	0.08	0.08
BODEGA LIMPIEZA	2	LED	2.0	40	2	2	0.02	0.09	0.09
CUARTO BASURA	2	LED	4.0	40	1	1	0.03	0.07	0.07
CUARTO DESECHOS SOLIDOS	2	LED	4.0	40	1	1	0.03	0.07	0.07
	7	LED	2.0	40	1	1	0.02	0.16	0.16
PASILLOS SUBSUELO	2	LED	1.0	20	1	1	0.02	0.04	0.04
	11	LED	3.0	17	6	4	0.02	1.60	1.07
QUIRÓFANO	2	LED	1.0	20	6	4	0.02	0.24	0.16
	3	LED	2.0	32	2	2	0.02	0.14	0.14
QUIRÓFANO OPERATORIO	24	LED	3.0	17	6	4	0.02	3.50	2.33
	22	LED	1.0	20	6	4	0.02	2.64	1.76
ARCHIVO ASISTENCIA LEGAL	1	LED	4.0	32	4	4	0.03	0.14	0.14
CUARTO DE MÁQUINAS 2	1	LED	4.0	32	2	2	0.03	0.07	0.07
CAFETERÍA ADMINISTRATIVA	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29

SECRETARÍA ACADÉMICA	6	LED	3.0	17	6	4	0.02	0.87	0.58
AUDITORIO	18	LED	3.0	17	1	1	0.02	0.44	0.44
SALA DE PROFESORES TIEMPO PARCIAL	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29
SALA DE GRADOS	6	LED	4.0	40	1	1	0.03	0.20	0.20
PATIO DE ARTES	4	LED	1.0	250	8	4	0.30	9.44	4.72
	6	LED	1.0	50	8	4	0.05	2.54	1.27
CAFETERÍA	9	LED	4.0	40	6	6	0.03	1.84	1.84
	3	LED	2.0	40	6	6	0.02	0.42	0.42
BIBLIOTECA	13	LED	4.0	18	8	4	0.02	2.53	1.26
	1	LED	4.0	40	8	4	0.03	0.27	0.14
	3	LED	2.0	40	8	4	0.02	0.56	0.28
CAJAS / PASILLO CAJAS	4	LED	2.0	40	6	4	0.02	0.56	0.37
FINANCIAMIENTO	2	LED	4.0	18	6	4	0.02	0.29	0.19
	1	LED	2.0	17	6	4	0.02	0.15	0.10
HALL FINANCIAMIENTO	2	LED	1.0	18	8	4	0.02	0.29	0.14
DIRECCIÓN TEGNOLOGÍAS	4	LED	2.0	40	6	3	0.02	0.56	0.28
	1	LED	4.0	32	6	3	0.03	0.20	0.10
TOMA DE TEST	3	LED	2.0	40	1	1	0.02	0.07	0.07
ADMISIONES	6	LED	2.0	40	6	4	0.02	0.84	0.56
ADMINISTRATIVO	5	LED	2.0	40	6	4	0.02	0.70	0.47
ASEUDLA	1	LED	2.0	32	1	1	0.02	0.02	0.02
	2	LED	1.0	20	1	1	0.02	0.04	0.04
PASILLO PB BLOQUE 2	7	LED	2.0	17	8	4	0.02	1.36	0.68
JARDÍN FACHADA PRINCIPAL	8	LED	1.0	150	4	4	0.14	4.42	4.42
ENTRADA	1	LED	1.0	200	4	4	0.30	1.18	1.18
RECEPCIÓN	1	LED	1.0	250	8	3	0.30	2.36	0.89
PASILLO RECEPCIÓN	4	LED	1.0	150	8	3	0.14	4.42	1.66
DISPENSARIO MÉDICO	5	LED	3.0	17	6	3	0.02	0.73	0.36
	2	LED	1.0	20	6	3	0.02	0.24	0.12
COPIADORA	2	LED	3.0	17	6	3	0.02	0.29	0.15
CENTRO RADIOLÓGICO	5	LED	3.0	17	6	3	0.02	0.73	0.36
	6	LED	1.0	50	3	1	0.02	0.36	0.12
	6	LED	1.0	20	3	1	0.02	0.36	0.12
BAÑOS	54	LED	1.0	20	5	3	0.02	5.40	3.24

PASILLO TECHO	24	LED	1.0	20	5	3	0.02	2.40	1.44
PASILLO APLIQUES	16	LED	1.0	20	5	3	0.02	1.60	0.96
DUCTOS	1	LED	2.0	40	1	1	0.02	0.02	0.02
SALA ESPERA ODONTOLOGÍA	1	LED	2.0	50	8	3	0.12	0.94	0.35
	12	LED	1.0	15	8	4	0.02	1.44	0.72
RAYOS X	1	LED	4.0	32	4	4	0.03	0.14	0.14
LABORATORIO ENDODONCIA	2	LED	4.0	40	4	4	0.03	0.27	0.27
CAJA CLINICA	1	LED	4.0	40	6	4	0.03	0.20	0.14
CLINICA ENDODONCIA	38	LED	4.0	32	6	4	0.03	7.77	5.18
PASILLO PERIODONCIA / BODEGAS	3	LED	4.0	40	6	4	0.03	0.61	0.41
DIAGNOSTICO CLINICA	4	LED	4.0	32	6	4	0.03	0.82	0.55
	14	LED	1.0	20	6	4	0.02	1.68	1.12
LAB SALA 525	6	LED	3.0	17	3	6	0.02	0.44	0.87
LAB SALA 526	6	LED	3.0	17	3	6	0.02	0.44	0.87
LAB SALA 527	6	LED	3.0	17	3	6	0.02	0.44	0.87
LAB SALA 528	6	LED	3.0	17	3	6	0.02	0.44	0.87
LAB SALA 529	6	LED	3.0	17	3	6	0.02	0.44	0.87
LAB SALA 530	6	LED	3.0	17	3	6	0.02	0.44	0.87
LAB SALA 531	6	LED	3.0	17	3	6	0.02	0.44	0.87
SALA DOCENTES DECANATO	10	LED	2.0	40	8	6	0.02	1.86	1.40
OF DECANATO / SALA ESPERA	9	LED	2.0	40	8	6	0.02	1.68	1.26
PASILLO TECHOS P1	46	LED	1.0	20	3	3	0.02	2.76	2.76
PASILLO APLIQUES	18	LED	1.0	20	3	3	0.02	1.08	1.08
AUDITORIO POSTGRADO	20	LED	3.0	17	1	1	0.02	0.49	0.49
SALA DOCENTES CLÍNICA	4	LED	3.0	17	4	4	0.02	0.39	0.39
SALA DOCENTES POSGRADO	5	LED	4.0	40	3	4	0.03	0.51	0.68
DIRECCIÓN POSTGRADO	4	LED	4.0	40	5	5	0.03	0.68	0.68
PASILLO DIRC POSTGRADO	4	LED	4.0	40	5	5	0.03	0.68	0.68
LAVADO INSTRUMENTAL	6	LED	4.0	40	2	2	0.03	0.41	0.41
ESTERILIZACIÓN	6	LED	4.0	40	2	2	0.03	0.41	0.41

LABORATORIO ANATOMIA	4	LED	4.0	40	2	2	0.03	0.27	0.27
DATA CENTER	7	LED	3.0	17	12	8	0.02	2.04	1.36
DUCTOS	2	LED	2.0	40	1	1	0.02	0.05	0.05
	52	LED	1.0	20	1	1	0.02	1.04	1.04
LAB PRACTICA 1	8	LED	4.0	40	3	2	0.03	0.82	0.55
LAB PRACTICA 2	20	LED	4.0	40	3	2	0.03	2.05	1.36
PASILLO P1 B2	7	LED	3.0	17	3	2	0.02	0.51	0.34
ENTRADA LAB PRACTICA	2	LED	1.0	50	4	2	0.05	0.42	0.21
LABORATORIO SIMULADOR	2	LED	3.0	17	4	4	0.02	0.19	0.19
LABORATORIO SIMULADORES	18	LED	2.0	40	4	4	0.02	1.68	1.68
LABORATORIO BIOMATERIALES	9	LED	2.0	40	4	4	0.02	0.84	0.84
LABORATORIO PROTESIS	9	LED	2.0	40	4	4	0.02	0.84	0.84
BODEGA DOMÓTICA	2	LED	3.0	17	4	4	0.02	0.19	0.19
PASILLO P2 B2	6	LED	3.0	17	4	4	0.02	0.58	0.58
PASILLO P2 B1	12	LED	1.0	20	4	4	0.02	0.96	0.96
	4	LED	1.0	50	4	4	0.05	0.85	0.85
AULA 537	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29
AULA 538	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29
AULA 539	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29
AULA 540	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29
AULA 541	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29
AULA 542	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29
AULA 543	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29
AULA 544	6	LED	3.0	17	4	2	0.02	0.58	0.29
<b>CONSUMO DIARIO</b>								<b>104.9</b>	<b>75.248</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>								<b>2911.6</b>	<b>KWH</b>

El consumo de iluminación en todo el campus por lamparas led, es de 2911.67 KWH, en un mes. A diferencia del consumo actual del campus que es de 7377.1 KWH. Con la implementación del remplazo, se obtiene un ahorro de 4465 KWH en un mes, equivalente a \$424.21 dólares americanos al mes.

#### 3.2.1.4.2 Instalación de sensores de movimiento

La instalación de sensores de movimiento en lugares de baja concurrencia permite disminuir las horas de consumo directo respecto a la iluminación. Se establecen los lugares propicios para la instalación en la sede; cuartos de máquinas 1, taller de mantenimiento, bodega servicios generales, bodega limpieza, cuarto desechos sólidos, archivo asistencia legal, cuarto de máquinas 2, cafetería administrativa, baños, ductos. El consumo mensual de estos puntos es de 341 KWH, por medio de la implementación de sensores de movimiento, se estima que el consumo de energía disminuya en un 30%. Si se lleva a cabo esta medida la disminución de energía será de 102.39 KWH mensuales, equivalentes a \$97.27 dólares americanos mensuales.

#### 3.2.1.4.3 Reemplazo de cortinas pesadas por vinil traslúcido

La calidad de luz en la sede es baja con  $138.9 \text{ lm/m}^2$  de promedio a comparación al estándar establecido de  $300 \text{ lm/m}^2$  por (Illuminating Engineering Society, 2017), como se muestra en la Tabla 4. Mediciones de Luminancia en zonas críticas, para mejorar el confort de los estudiantes y personal general en la sede se recomienda instalar vinil traslúcido, el cual permite el ingreso de luz natural indirecta y, a su vez evita nuevas inversiones en luminarias para alcanzar la luminancia recomendada.

Se muestra a continuación las mediciones realizadas de luz natural, en puntos críticos de iluminación, se establecieron las zonas en la Tabla 24, que habían sido previamente analizadas por el departamento de Servicios Generales de la sede Colón, como puntos críticos; las muestras de  $\text{lm/m}^2$  fueron obtenidas con un luxómetro calibrado por personal experto de la universidad, estas se tomaron alrededor de 3 horas en diferentes puntos de cada zona, desde las 10h00 am en un día despejado, abarcando 5 mediciones por área.

Tabla 24.  
*Mediciones de luz natural*

LUZ NATURAL						
ZONA DEL CAMPUS	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	PROMEDIO (Lm)
AULA 530	206	77	23	24.0	24	70.8
AULA 537	145	148	617	163	109	236.4
AULA 542	573	1280	118	68	66	421
SECRETARÍA ACADEMICA	360	74	70	57	70	126.2
ADMISIONES	188	367	382	1265	165	473.4
LAB 549	138	4681	131	427.0	132	1101.8

En comparación con los lúmenes otorgados por el sistema de iluminación, la luz natural medida con el luxómetro supera a la artificial en 297.5 Lm en los puntos críticos de iluminación, por lo cual el remplazo de cortinas por vinil traslúcido mejorará la productividad y calidad de luz en el horario diurno.

Tabla 25.  
*Comparación luz artificial y natural*

ZONA DEL CAMPUS	ÁREA TOTAL M <sup>2</sup>	LUZ ARTIFICIAL (LM)	LUZ NATURAL (LM)
AULA 530	45.12	66	70.8
AULA 537	38.54	97.2	236.4
AULA 542	44.83	78.8	421.0
SECRETARIA ACADEMICA	31.55	116.4	126.2
ADMISIONES	28.67	217.4	473.4
LAB 549	49.2	68.8	1101.8
<b>LUMENES TOTALES</b>	<b>237.91</b>	<b>107.43</b>	<b>404.93</b>

La diferencia de  $297.5 \text{ lm/m}^2$ , representa un ahorro energético de  $0.00892 \text{ KW/m}^2$ , de acuerdo al factor calculado de  $0.03 \text{ W/Lm}$  tomando en cuenta las especificaciones de la luminaria del campus, véase anexo 2. Iluminación.

En las mediciones realizada se calculó el área de cada zona de muestreo con un total de  $237.91 \text{ m}^2$ , lo que se resume en  $2.12 \text{ KW}$  de ahorro total; se establece esta medida para el rango horario diario de 10h00 a 13h00, con un total de 3 horas de sol diarias, y 20 días laborables al mes, el ahorro mensual sería de  $127.32 \text{ KWH}$ , equivalente  $\$12.09$  dólares americanos. La inversión de adquisición de vinil, incluyendo materiales e instalación es de  $\$12$  por  $\text{m}^2$ , las zonas analizadas necesitan  $55 \text{ m}^2$  de vinil, equivaliendo a una inversión de  $\$660$  dólares americanos.

#### 3.2.1.4.4 Apagado de luces innecesarias cerca de ventanas o claraboyas en el día

Aprovechar la luz natural representa ahorros significativos y mayor productividad y concentración en las personas, por lo cual el consumo de energía en puntos que mantienen luz natural directa es innecesario. En el campus Colón se pueden aprovechar las ventanas en las oficinas administrativas, como Asistencia Legal, Secretaría Académica, Administrativo y en zonas comunales como el Patio de Artes, Sala de espera odontología, Lavado instrumental y Esterilización. Véase Tabla 26.

El consumo de estas zonas es de  $966.44 \text{ KWH}$  mensual, como se muestra en la Tabla 26, si estas zonas disminuye su consumo en 3 horas diarias por el aprovechamiento de luz natural el consumo mensual sería de  $208.6 \text{ KWH}$ , con un ahorro de  $757.79 \text{ KWH}$ , equivalente a  $\$71.99$  dólares americanos mensuales.

Tabla 26.

*Ahorro apagado de luminarias cerca de ventanas o claraboyas en el día*

ZONA DEL CAMPUS	CANT LAMPARA	TIPO	CANT LÁMPARA	POTENCIA LÁMPARA (W)	POTENCIA CONBALASTRO KW	HORA (lun- vie r)	HORA (sab- do m)	CONSUMO (lun- vie) KWH	CONSUMO (sab- dom) KWH	HORA (lun- vie r)	HORA (sab- do m)	CONSUMO (lun- vie) KWH	CONSUMO (sab- dom) KWH
ASISTENCIA LEGAL	24	FLU	3.0	17	0.04	6	4	6.34	4.22	3	1	0.56	0.19
	22	dulux	1.0	20	0.02	6	4	2.64	1.76	3	1	0.11	0.04
SECRETARÍA ACADEMICA	6	FLU	3.0	17	0.04	6	4	1.58	1.06	3	1	0.14	0.05
PATIO DE ARTES	4	halógena	1.0	250	0.30	8	4	9.44	4.72	5	1	6.96	1.39
	6	dicroicos	1.0	50	0.05	8	4	2.54	1.27	5	1	0.34	0.07
ADMINISTRATIVO	5	FLU	2.0	40	0.09	6	4	2.55	1.70	3	1	0.43	0.14
SALA ESPERA	1	FLU	2.0	50	0.12	8	3	0.94	0.35	5	0	0.21	0.00
ODONTOLOGÍA	12	dulux	1.0	15	0.02	8	4	1.44	0.72	5	1	0.05	0.01
LAVADO INSTRUMENTAL	6	FLU	4.0	40	0.33	2	2	3.92	3.92	0	0	0.00	0.00
ESTERILIZACIÓN	6	FLU	4.0	40	0.33	2	2	3.92	3.92	0	0	0.00	0.00
CONSUMO SEMANAL								35.33	23.6			8.8	1.8
								777.1	189.2	AHORRO		193.5	15
CONSUMO MENSUAL								966.4	KWH			208.6	KWH

## 3.2.1.4.5 Distribución de iluminación

Si la iluminación se encuentra sobre el punto de trabajo la luminancia y el CRI serán mayores, obteniendo beneficios productivos y mejorando el ambiente de la zona. Es necesario obtener el diseño de luminancia para cada aula, lo cual permite saber la cantidad de luminarias que se necesitan instalar y por ende organizar la cantidad necesaria a lo largo de la zona a analizar. Cabe recalcar que cada luminaria difiere en su capacidad para proyectar el flujo luminoso por lo cual es necesario revisar las especificaciones técnicas si se va a obtener nueva iluminación en el campus. Véase anexo 2. Iluminación.

La calidad de luz en el campus Colón difiere de la adecuada por lo cual se estableció el número de luminarias necesarias para cada zona del campus

basándose en la ecuación. El cálculo del número de luminarias necesita las dimensiones exactas del área a analizar; el campus Colón no posee un levantamiento actualizado de planos arquitectónicos, por lo cual se estableció el área de cada zona crítica, dependiendo de planos antiguos. Se presenta en la Tabla las luminarias totales necesarias para cumplir con el CRI adecuado para la ocupación de la infraestructura. La cantidad faltante de luminarias en los puntos analizados son 29.

$$N = (E_w \times A_w) / (C_u \times LPF) \quad (\text{Ecuación 11})$$

LPF = lumen por instalación

N = número de luminarias totales necesarias

EW= Calidad de luz CRI 300- 500 Lm/m<sup>2</sup>

Cu= coeficiente de utilización (depende de RCR)

$$RCR = 5 \times h \times (w + 1) / (w \times l)$$

W = ancho

L = longitud

H = altura

Rc = reflectividad del techo

Rw = reflectividad de las paredes

Tabla 27.

*Calculo de luminarias totales en cumplimiento del CRI*

ZONA DEL CAMPUS	LUMINARIAS Y TIPO LAMPARA	LPF	W	L	H	H ESCRITORIO	H REAL	REA (AW)	RC R	CU	N	CANT FALTANTE
BIBLIOTECA	13 LUM 4X18	1558	9.4	5.7	3	0.75	2.25	53.98	3.1	0.48	2	8
AULA 526	6 LUM 3X17	2635	9.5	4.9	2.7	0.75	2.00	46.94	3.0	0.61	9	3
AULA 530	6 LUM 3X17	2635	9.6	4.7	2.7	0.75	1.95	45.12	3.0	0.61	8	2
AULA 537	6 LUM 3X17	2635	9.6	4.7	3	0.75	2.25	45.12	3.5	0.59	9	3
AULA 542	6 LUM 3X17	2635	9.5	4.7	3	0.75	2.25	44.84	3.5	0.59	9	3

SECRETARÍA ACA.	6 LUM 3X17	2635	6.4	4.9	2.7	0.75	2.00	31.56	3.5	0.59	6	0
ADMISIONES	6 LUM 2X40	5813	6.1	4.7	2.8	0.75	2.12	28.67	3.9	0.69	2	-4
LABORATORIO 549	6 LUM 3X17	2635	10.2	4.8	2.7	0.75	2.00	49.20	3.0	0.61	9	3
AULA 537	6 LUM 3X17	2635	9.6	4.7	2.7	0.75	1.95	45.12	3.0	0.61	8	2
AULA 542	6 LUM 3X17	2635	9.6	4.7	3	0.75	2.25	45.12	3.5	0.59	9	3
SECRETARÍA ACD	6 LUM 3X17	2635	9.5	4.7	3	0.75	2.25	44.84	3.5	0.59	9	3
LAB 549	6 LUM 3X17	2635	6.1	4.7	2.8	0.75	2.12	28.67	3.9	0.57	6	0
LAB 545	6 LUM 3X17	2635	10.25	4.8	2.7	0.75	2.00	49.20	3.0	0.61	9	3
<b>TOTAL DE LUMINARIS FALTANTES</b>											<b>29</b>	

### 3.2.1.5 Acondicionamiento de Aire

El sistema de acondicionamiento compuesto por aire acondicionados, hongos extractores y ventilación mecánica, es deficiente debido a su larga vida de utilización, es necesario cambiar los aires acondicionados por equipo con tecnología nueva, los actuales en el campus manejan gas R22 que es tóxico para el ozono troposférico ya que aumenta las emisiones de CO<sub>2</sub>. Se presenta una opción de compra con la misma capacidad de enfriamiento en BTU/ H y mayor eficiencia. En la Tabla 28, se presenta el costo de inversión de las medidas propuestas y el ahorro energético y económico.

Tabla 28.

*Costo y ahorro acondicionamiento de aire*

<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA ACONDICIONAMIENTO DE AIRE</b>				
<b>MEDIDA</b>	<b>COSTO DE IMPLEMENTACIÓN \$</b>	<b>AHORRO ENERGÉTICO KWH MES</b>	<b>AHORRO ECONÓMICO MENSUALES \$</b>	<b>AHORRO ECONÓMICO ANUAL \$</b>
Mejoras en la eficiencia de los aires acondicionados	\$16,360.00	1716.9	\$163.11	\$1,957.27
Designación de aula	\$0.00	607.20	\$57.68	\$692.16
<b>TOTAL</b>	<b>\$16,360.00</b>	<b>2324.10</b>	<b>\$220.79</b>	<b>\$2,649.43</b>

### 3.2.1.5.1 Mejoras en la eficiencia de los aires acondicionados

El consumo eléctrico de los aires acondicionados representa el 15 % del consumo de electricidad, se propone la actualización de equipos acondicionadores con el objetivo de disminuir el consumo, mejorando la eficiencia (SEER). Véase la siguiente Tabla 29 en la cual se especifican los nuevos equipos propicios para su implementación; se mantiene el aire acondicionado ubicado en al auditorio de posgrado ya que presenta características de alta eficiencia.

Tabla 29.

*Ahorro de energía con acondicionamiento más eficiente*

ZONA DEL CAMPUS	CANT	ESPECIFICACION AIREACONDICIONADO	CAPACIDAD DE ENFRIAR BTU/H EQUIPOS ACTUALES	SEER ACTUAL (Btu/w/hr)	POTENCIA ACTUAL CONSUMIDA EN (KW)	CAPACIDAD DE ENFRIAR BTU/H EQUIPOS PROPUESTOS	SEER PROPUESTO (Btu/w/hr)	POTENCIA PROPUESTA CONSUMIDA EN (KW)	HORAS (LUN- VIE)	HORAS (SAB-DOM)	CONSUMO ACTUAL (LUN- VIE) (KWH)	CONSUMO ACTUAL (SAB-DOM) (KWH)	CONSUMO PROPUESTO (LUN- VIE) (KWH)	CONSUMOPROPUESTO (SAB-DOM) (KWH)
CAFETERÍA	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: FPA-36DU	36000	10	3.6	36000	16	2.25	6	3	21.6	10.8	13.50	6.7
BIBLIOTECA	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: FPA-48DU	60000	10	6	48000	17.8	2.69	6	3	36.0	18.0	16.18	8.0
LABORATO RIO 549	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: FPA-36DU	36000	10	3.6	36000	16	2.25	2	1	7.20	3.60	4.50	2.2
LABORATO RIO 526	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: FPA-48DU	48000	10	4.8	48000	17.8	2.69	2	1	9.60	4.80	5.39	2.7

LABORATORIO 529	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: FPA-36DU	36000	10	3.6	36000	16	2.25	2	1	7.20	3.60	4.50	2.2
LABORATORIO 530	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: FPA-36DU	36000	10	3.6	36000	16	2.25	2	1	7.20	3.60	4.50	2.2
LABORATORIO 531	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: FPA-48DU	48000	10	4.8	48000	17.8	2.69	2	1	9.60	4.80	5.39	2.7
LABORATORIO 528	2	MARCA: COMFORT STAR MODELO: FPA-36DU	36000	10	3.6	36000	16	2.25	2	1	14.4	7.20	9.00	4.5
DATA CENTER	2	MARCA: COMFORT STAR MODELO: FPA-36DU	36000	10	3.6	36000	16	2.25	6	3	43.2	21.6	27.0	13.5
AUDTORIO POSGRADO	2	MARCA: GREE MODELO: N60Na/AD	60000	16	3.75	60000	16	3.75	1	1	7.50	7.50	7.50	7.5
<b>CONSUMO DIARIO</b>											<b>163.5</b>	<b>85.50</b>	<b>97.47</b>	<b>52.48</b>
<b>CONSUMO MENSUAL</b>											<b>4281</b>	<b>KWH</b>	<b>2564.1</b>	<b>KWH</b>

El acondicionamiento actual mantiene un consumo de 4281 KWH, el cambio de equipos disminuiría el consumo eléctrico en 1716.9 KWH, manteniendo las mismas horas de operación y disminuyendo la capacidad del acondicionamiento en la biblioteca por uno de 48000 Btu/h, las especificaciones técnicas de los modelos propuestos se encuentran en el Anexo 2. Acondicionadores nuevos, - estos contienen gas refrigerante eco-amigable, reemplazando el gas R22. Cabe recalcar que el consumo puede disminuir si los aires acondicionados son apagados en su totalidad durante las jornadas de descanso evitando de esta manera el consumo en *stand by* del equipo.

### 3.2.1.5.2 Designación de aula

Los aires acondicionados se encuentran en lugares de aglomeración masiva, 7 de los 13 que dispone el campus Colón, se encuentran en los laboratorios de computo. La Escuela de Tecnologías ocupa en horario nocturno las salas, siendo innecesario la utilización de aires acondicionados en horario diurno; aun así, en el levantamiento de la línea base se evidencio que los laboratorios mantenían las computadoras prendidas y por ende los aires acondicionados para regular la temperatura ambiental.

Se propone designar una sala para satisfacer la demanda de computadoras en los estudiantes que lo ameriten en la mañana, reduciendo las horas de operación de los aires acondicionados a un máximo de 1 hora diaria. Se presenta en la Tabla , el consumo de los aires acondicionados ubicados en los laboratorios, con una disminución en sus horas de operación.

Tabla 30.

#### *Aires acondicionados laboratorios*

ZONA DEL CAMPUS	CANT	ESPECIFICACION AIREACONDICIONADO	CAPACIDAD DE ENFRIAR BTU/H	SEER (Btu/w/hr)	POTENCIA CONSUMIDA EN (KW)	HORAS (LUN - VIE)	HORAS (SAB-DOM)	CONSUMO (LUN - VIE) (KWH)	CONSUMO (SAB-DOM) (KWH)	HORAS (LUN - VIE)	HORAS (SAB-DOM)	CONSUMO (LUN - VIE) (KWH)	CONSUMO (SAB-DOM) (KWH)
LABORAT ORIO 549	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO36SC	36000	10	3.6	2	1	7.20	3.60	1	1	3.60	3.60
LABORAT ORIO 526	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO48SC	48000	10	4.8	2	1	9.60	4.80	1	1	4.80	4.80

LABORATORIO 529	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO36SC	36000	10	3.6	2	1	7.20	3.60	1	1	3.60	3.60
LABORATORIO 530	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO36SC	36000	10	3.6	2	1	7.20	3.60	1	1	3.60	3.60
LABORATORIO 531	1	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO48SC	48000	10	4.8	2	1	9.60	4.80	1	1	4.80	4.80
LABORATORIO 528	2	MARCA: COMFORT STAR MODELO: NEO36SC	36000	10	3.6	2	1	14.40	7.20	1	1	7.20	7.20
<b>CONSUMO DIARIO</b>								<b>55.20</b>	<b>27.60</b>	<b>CON. DIARIO</b>	<b>27.60</b>	<b>27.60</b>	
<b>CONSUMO MENSUAL</b>								<b>1435.2</b>	<b>KWH</b>	<b>CON. MENSUAL</b>	<b>828</b>	<b>KWH</b>	

El consumo actual de los aires acondicionados ubicados en los laboratorios es de 1435.2 KWH mensual, con la disminución de una hora de consumo manejando un aula designada para la utilización de computadoras en horario diurno los aires acondicionados consumen 828 KWH mensuales, se consiguió un ahorro de 607.2 KWH mensuales, equivalente a \$57.68 dólares americanos mensuales.

### 3.2.1.6 Computadoras

La sede mantiene un total de 295 computadoras ubicadas en puntos estratégicos de cada área administrativa, laboratorios de cómputo y en las aulas respectivas, con el levantamiento en in-situ se reconoció que las computadoras que posee cada aula no se programan para reposar de inmediato, cuando no son utilizadas se mantienen en uso constante de energía,

por lo cual si un aula de clase normal se ocupa en la primera hora de la mañana y su próxima ocupación es en la noche todo el tiempo entre horas de uso estará consumiendo energía a su máxima capacidad.

#### 3.2.1.6.1 Apagado de monitores, parlantes, video cámaras.

El consumo de una computadora sube proporcionalmente a la cantidad de accesorios que esté conectado al servidor, las computadoras en el área administrativa y aulas que se encuentran en uso constante mantienen mayor cantidad de accesorios y utilizan salva pantallas; si se apagan los accesorios y se programan las computadoras para reposo total en los periodos de descanso; el consumo disminuirá.

Es de suma importancia capacitar a los colaboradores con temas que aporten conocimiento e instruyan el comportamiento y costumbres; los temas principales de capacitación deben ser: fuentes de energía y consumo energético, buenas prácticas ambientales, eficiencia energética y huella ecológica. Es necesario abarcar a todo el personal ocupacional, por medio de jornadas dispuestas en diferentes rangos horarios, garantizando de esta manera la asistencia de todo el personal y el desarrollo normal de las rutinas de trabajo en los diferentes departamentos.

#### 3.2.1.6.2 Apagado de computadores en su totalidad en la noche

El campus Colón trabaja de 7h30 a 22h00, el consumo energético de las 295 computadoras varia si estas se encuentran totalmente prendidas, en reposo o apagadas. Al realizar el levantamiento de línea base, se evidenció que las computadoras permanecen prendidas sin reposo automático en cada aula, en los laboratorios no son apagadas en los horarios de desocupación. Por lo cual se calculó el modelo de desempeño energético tomando en cuenta las horas de ocupación de las diferentes zonas, y la programación general de las computadoras; obteniendo como resultado un consumo de 1300.1 KWH mensual.

Se propone apagar en su totalidad las computadoras cuando se termina la jornada laboral y a su vez en las horas de reposo. Se calculó el ahorro obtenido de la aplicación de esta medida, resultando 1209.1 KWH de consumo mensual, equivalente a un ahorro de 91 KWH, lo que representa \$8,14 dólares americanos mensuales y \$103,74 dólares al año.

#### 3.2.1.6.3 Energy Star

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos – EPA -, promueve la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> por medio de la adquisición de equipos eficientes de oficina, conocidos como *Energy Star*. La mayoría de computadoras que se encuentra en el campus cumple las normas TCO99, lo cual permite que se aplique el uso de Energy Star; se recomienda tener en cuenta esta característica esencial en la adquisición o cambio de equipos viejos para evitar el consumo desmesurado de energía.

El consumo de una computadora Energy Star disminuye en 2 KWH anual a comparación de una computadora normal en el campus Colón. Este factor de comparación se obtuvo utilizando la calculadora, *Savings Calculator for Energy Star Qualifies Office Equipment*, versión 6.0, obtenida de la página oficial (Unidad de Protección Ambiental USA, 2017). Si las 295 computadoras del campus son Energy Star se conseguiría un ahorro de 590 KWH anuales, equivalente a \$56,09 dólares americanos al año.

#### 3.2.1.7 Bombas

El sistema de bombeo en el campus Colón representa el 21% del consumo eléctrico mensual. El consumo eléctrico de cada bomba se determina por, el producto del flujo volumétrico y la caída de presión, inmerso en el cálculo de caída de presión se encuentra; la elevación, velocidad, y fricción del sistema de bombeo, por lo cual, se toma en cuenta los parámetros mencionados para proponer las siguientes medidas de eficiencia.

### 3.2.1.7.1 Disminución del cabezal de bombeo

Se conoce como cabezal a la diferencia de altura entre la ubicación de la bomba y las salidas del sistema de bombeo. El trabajo que realiza la bomba para mover el flujo disminuye proporcionalmente al cabezal de bombeo; mientras menor sea la distancia entre el punto de bombeo y el de salida se consigue ahorros energéticos ya que el trabajo de la bomba disminuye.

Para disminuir el cabezal de bombeo, es necesario tomar en cuenta la longitud de las tuberías que transportan el flujo, y la altura a la cual debe llegar el flujo. En el campus Colón las bombas de agua y succión de aire se ubican en el Subsuelo, es necesario disminuir la cantidad de curvas, vueltas y diferencias de altura en las tuberías, para mejorar la eficiencia del trabajo empleado por la bomba.

El levantamiento en campo permitió conocer las especificaciones técnicas de las bombas de agua y succión que maneja el campus; utilizando las curvas de eficiencia de las bombas de agua se realizó 2 escenarios posibles para calcular el ahorro que representa disminuir el cabezal de bombeo. La Tabla presenta los datos utilizados y el resultado obtenido de ahorro de energía por disminución del cabezal de bombeo, en base a la ecuación

$$W \text{ energia} = \frac{Q \times H}{Cte \times Ef} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Tabla 31.

#### *Escenarios disminución del cabezal de bombeo*

PARÁMETROS	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
Q (gal/min)	79.25	79.25
H (ft)	237	200
CTE (gal x ft/ min x Hp)	3960	3960
EF 1 %	0.52	0.52
EF 2 %	0.63	0.63
ENERGÍA (HP)	1.55	1.31

El escenario 1 presenta un consumo de 1.55 Hp con 79.25 gal/min, y una altura de 237 ft. El escenario 2 mantiene el mismo caudal y su altura disminuye 37ft, con una altura total de 200 ft. El ahorro es de 0.24 Hp de energía por cada 37 ft de disminución en el cabezal de bombeo.

### 3.2.1.7.2 Utilización de accesorios de baja fricción

Las bombas de agua están programadas automáticamente para prenderse al llegar su presión a 60 PSI, si se acorta la fricción y la longitud de tuberías la pérdida de presión disminuirá en un periodo de tiempo menor, provocando que las repeticiones de encendido de la bomba sean menores; a menor fricción la bomba utiliza menos energía para alcanzar una altura determina.

Se propone disminuir el coeficiente de fricción cambiando las tuberías de cobre y PVC corrugado actuales en el sistema de distribución, por un material de menor fricción tanto en las bombas de agua y las bombas de succión.

El levantamiento en campo permitió recopilar información para establecer escenarios de cálculo, sobre la pérdida de presión en base al coeficiente de fricción de las tuberías dependiendo sus materiales; véase ecuación .

$$\Delta P = \frac{K}{\phi^5} \quad (\text{Ecuación 13})$$

K= coeficiente de rugosidad (adimensional)

$$\phi = 0.05 \text{ m}$$

El coeficiente del cobre es 130, del PVC corrugado 150. La medida propone cambiar las tuberías por acero galvanizado con un coeficiente de 120 y de PVC liso con un coeficiente de 140. Se presenta los cálculos realizados en la siguiente Tabla 32.

Tabla 32.

*Resultado de pérdidas en tuberías*

DATOS		RESULTADO $\Delta P$	CONSUMO ACTUAL DE ENERGÍA %
C cobre	130	$4.15 \times 10^{-8}$	100%
C PVC corrugado	150	$4.79 \times 10^{-8}$	100%
C acero galvanizado	120	$3.83 \times 10^{-8}$	92.3%
C PVC liso	140	$4.47 \times 10^{-8}$	93.3%

El consumo de energía con acero galvanizado necesita solo el 92.3% de la energía actual; el consumo con PVC liso necesita el 93.3 % de la energía actual, la disminución promedio es 7 % en el consumo energético que se utiliza para el trabajo de las bombas. En la actualidad son 6921 KWH mensuales los consumidos; el ahorro de energía es de 484.5 KWH, lo que representa \$46.02 dólares americanos al mes.

### 3.2.1.7.3 Reducción de la pérdida de carga de entrada y salida por control de flujo

El dimensionamiento del sistema de bombeo se encuentra diseñado para los picos de consumo, al regular la carga de entrada y de salida de flujo, se intenta manejar el sistema de bombeo con un flujo volumétrico constante que permita trabajar al sistema con una eficiencia alta. Para controlar la carga de entrada y salida existen válvulas de estrangulación que permiten un trabajo más eficiente.

Dentro del sistema de bombeo de agua actual se pueden recortar los diámetros de los rodetes de las 2 bombas de agua Pedrollo 2CP 40 de 5.5 HP, permitiendo que la bomba consuma menos energía y trabaje más eficientemente.

### 3.2.1.8 Compresores

El consumo eléctrico de los compresores es directamente proporcional al trabajo que realizan para abastecer de aire a los puntos de desfogue; en este caso, son los sillones de las clínicas en el campus. Al no tener control sobre la cantidad de veces que se van a utilizar los sillones odontológicos o el flujo de atención al público dentro del campus, se establecen las medidas de eficiencia identificando la línea base del sistema actual.

#### 3.2.1.8.1 Reducción del caudal volumétrico

Es necesario mantener una revisión constante de las fugas de aire que pueda presentar el sistema, evitando pérdidas en el flujo volumétrico de aire, garantizando de esta manera que el flujo movilizado sea utilizado directamente para cumplir con la funcionalidad del sistema. La reducción del caudal volumétrico disminuye directamente el consumo eléctrico del compresor, si se garantiza que el flujo de aire se aproveche en un 100%, el caudal volumétrico no se encontrará sobredimensionado para abastecer la demanda por pérdidas.

Las válvulas de solenoide son herramientas que se instalan cerrando el paso de aire evitando pérdidas, los dos compresores Sullair ya poseen estas válvulas, como característica de fábrica a diferencia del compresor Src 20i, en este quipo se debe instalar una válvula de solenoide evitando pérdidas de hasta el 20% del flujo volumétrico que maneja el compresor, reduciendo de esta manera el caudal volumétrico demandado por el sistema, lo cual se transforma en ahorro energético directo.

#### 3.2.1.8.2 Disminución de la caída de presión

Se debe evitar la pérdida de presión por medio de la distribución del sistema; la ubicación de los compresores es de suma importancia ya que la longitud de las tuberías provoca grandes pérdidas de presión. En el campus Colón los compresores se encuentran en el subsuelo, y los puntos de desfogue en la

primera planta, la pérdida en tuberías puede reducir disminuyendo la cantidad de accesorios y reduciendo la fricción con material liso.

Los compresores están programados para prenderse automáticamente cuando la presión en el almacenamiento disminuye a 110 PSI, si se evita las pérdidas de presión en el almacenamiento del compresor, los intervalos de tiempo para que el motor del compresor se prenda serán más largos. Resultando en la disminución de las horas operativas de los equipos. Disminuyendo 30 min diarios a las horas operativas actuales del sistema se consigue un ahorro de 328.2 KWH al mes, lo que representa \$31.17 dólares americanos.

#### 3.2.1.8.3 Aumento de la eficiencia de control

La salida del almacenamiento de aire comprimido se regula con accionamientos de frecuencia variable que poseen los sillones odontológicos, esto permite regular el volumen del flujo que se utiliza directamente en los pacientes.

Para aumentar la eficiencia del control es necesario reducir el uso innecesario de aire comprimido, se propone la capacitación de Buenas Prácticas Ambientales y eficiencia energética a los estudiantes de la Sede Colón, que trabajan directamente con los sillones odontológicos. Y la regulación en el almacenamiento de aire comprimido por controladores de frecuencia variable en el tanque de almacenamiento de descarga de aire comprimido. Obteniendo una mejora en el consumo de energía por descarga de flujo de aproximadamente el 10%.

#### 3.2.1.8.4 Apagado automático

Los compresores Sullair están programados para prender el motor cada 20 minutos o al llegar la presión a los 110 PSI, el lapso entre encendidos del motor se promedió con muestreos en campo, obteniendo como resultado 20 minutos.

Se debe configurar el apagado automático, para los periodos mayores a 20 minutos de inactividad.

La clínica Odontológica maneja diferentes rangos de atención al público; configurando los compresores para apagarse automáticamente pasado los 20 minutos de inactividad desde la última carga de aire, los ahorros de energía durante periodos de baja demanda representarían una hora menos en el consumo de energía, esta hora se establece con promedio de 3 encendidos en la hora de almuerzo del personal. El consumo actual de los compresores es de 3413.7 KWH, el ahorro conseguido en energía sería de 656.5 KWH mensuales, que representa \$62,36 dólares americanos mensuales.

### 3.2.1.9 My Campus Print

#### 3.2.1.9.1 Reposo automático

Configurar los equipos en modo reposo automático para minimizar el consumo de energía en todas las impresoras y escáner a lo largo del campus, permitiendo acortar las horas de operación de cada equipo. Es necesario programar este reposo en el mínimo tiempo posible después de terminar el uso del equipo.

#### 3.2.1.9.2 Desconexión de equipos

Si se desconecta las impresoras y escáner en los diferentes rangos horarios de acuerdo con la ubicación y funcionamiento de las diferentes áreas en el campus, el consumo será cero, por lo cual, la energía se conservará a diferencia de si esta permanece conectada todo el tiempo. El consumo nocturno de estos equipos de 22h00 a 7h30 es innecesario, pueden ser prendidos periódicamente en los rangos de operación de cada zona, en la Tabla 11 *Línea base My Campus Print*, podemos observar que el consumo en reposo de los equipos es de 23.56 KWH diarios, al mes representan 706.8 KWH; esta energía puede ser ahorrada por medio de la implementación

estratégica de esta medida, el ahorro económico sería de \$67.14 dólares americanos.

### 3.2.2 Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> debido a la reducción del consumo de energía

Como parte de la realidad del Ecuador, la Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero [CTFE], permite calcular el factor de CO<sub>2</sub> por medio de las publicaciones del Factor de Emisión para los años 2011 y 2012, como se muestra en la Figura 6 (Ministerio del Ambiente, 2013).

Bajo los parámetros referentes, se realizó el cálculo de Factor de emisión de CO<sub>2</sub>, obteniendo como resultado la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> en toneladas emitida por cada MWh de consumo eléctrico en el campus Colón.

$$EF_{EL,m,y} = \frac{\sum_i FC_{i,m,y} \cdot NCV_{i,y} \cdot EF_{CO_2,i,y}}{EG_{m,y}}$$

donde:

$EF_{EL,m,y}$	Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> de las unidades de generación m en el año y (t CO <sub>2</sub> /MWh)
$FC_{i,y}$	Cantidad de combustible fósil tipo i consumido en el año y de las unidades de generación m
$NCV_{i,y}$	Poder calorífico neto (contenido de energía) del combustible fósil tipo i en el año y (TJ/unidad de masa o volumen)
$EF_{CO_2,i,y}$	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> por tipo de combustible i en el año y (t CO <sub>2</sub> /TJ)
$EG_{m,y}$	Energía neta generada en el año y a excepción de las unidades de bajo costo (MWh)
$m$	Todas las unidades de generación conectadas a la red en el año y a excepción de las unidades de bajo costo
$i$	Todos los combustibles utilizados por las unidades de generación m en el año y
$y$	Año correspondiente a los datos utilizados para el análisis

Figura 6. Ecuación Factor de cálculo de CO<sub>2</sub>.

Tomado de: Ministerio del Ambiente, 2013.

Los datos referentes para calcular el Factor de emisiones de CO<sub>2</sub>, se obtuvieron respectivamente de las entidades correspondientes a la metodología impuesta por el Ministerio de Ambiente, como: el poder calorífico del Diesel, siendo 41.8 (TJ/1000 ton), como se presenta en la Tabla obtenido

de Petroecuador; el factor de emisión de combustibles se obtuvo del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático con 72.6 (t CO<sub>2</sub>/TJ) (IPCC, 2011).

A su vez la cantidad de energía generada se obtuvo del levantamiento de la línea base y finalmente la energía neta evitada en el año se calculó con el ahorro energético proporcionado por las medidas de eficiencia energética propuestas a lo largo del proyecto.

Tabla 33.

*Poder calorífico de combustibles*

COMBUSTIBLES	PODER CALORÍFICO (TJ/1000 ton)
Fuel Oil 4	39.8
Diésel	41.8
Gas Natural	46.5
Nafta	41.8
Fuel Oil 6 (3)1	39.7
Bunker	39.7

Adaptada de Petroecuador, 2013

Tabla 34.

*Cálculo Factor de CO<sub>2</sub>*

PARÁMETROS DE CALCULO	UNIDADES	
CANTIDAD DE DIESEL	94.63	GAL
PODER CALORÍFICO	41.8	TJ/1000TON
FACTOR DE EMISION DE CO <sub>2</sub>	72.6	T CO <sub>2</sub> /TJ
ENERGÍA NETA GENERADA EN EL AÑO	3793740	MWH
<b>FACTOR DE CO<sub>2</sub></b>	<b>0.08</b>	<b>T CO<sub>2</sub>/MWH</b>

La cantidad de KWH ahorradas por la aplicación de las medidas de eficiencia energética es igual a 75.41 MWH anuales lo que concluye en una disminución de 1.4 toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas al año.

### 3.3 Análisis costo- beneficio

El análisis de las medidas de eficiencia y conservación propuestas se determina por medio de ahorros energéticos y representativos a la aplicación de las estrategias propuestas, los beneficios son directos a la disminución del consumo energético y la eficiencia en la utilización de energía, mejorando la conversión de energía eléctrica consumida y la energía real utilizada por las diferentes categorías clasificadas para la estimación del balance energético. Se presenta un resumen con el costo de inversión de las medidas que aplica, el ahorro energético de cada medida mensualmente y el ahorro económico representativo de la aplicación.

Tabla 35.

#### *Análisis costo-beneficio*

ANALISIS COSTO BENEFICIO				
MEDIDA	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN AÑO \$	AHORRO ENERGÉTICO KWH MES	AHORRO ECONÓMICO MENSUALES \$	AHORRO ECONÓMICO ANUAL \$
MEDIDAS DE EFICIENCIA FACTOR DE CORRECCIÓN DE DEMANDA Y ESTRUCTURA DE TARIFA				
Factor de corrección de demanda y estructura de tarifa	\$0	2.3	194.72	2336.64
MEDIDAS DE EFICIENCIA EQUIPOS ODONTOLÓGICOS				
Apagado de motores y desconexión	\$0.00	202.31	\$19.42	\$233.06
Transmisión de motores	\$0.00	242.77	\$1.92	\$23.06
Reemplazo de motores	\$103.34	14.1	\$1.34	\$16.07
MEDIDAS DE EFICIENCIA ILUMINACIÓN				
Reemplazo de iluminación	\$19,649.36	4465.39	\$424.21	\$5,090.54
Instalación de sensores de movimiento		102.39	\$9.73	\$116.72
Reemplazo de cortinas pesadas por vinil traslúcido	\$660.00	127.32	\$12.10	\$145.14

Apagado de luces innecesarias cerca de ventanas o claraboyas en el día	\$0.00	757.79	\$71.99	\$863.88
Distribución de iluminación				
<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA ACONDICIONAMIENTO DE AIRE</b>				
Mejoras en la eficiencia de los aires acondicionados	\$16,360.00	1716.9	\$163.11	\$1,957.27
Designación de aula	\$0.00	607.2	\$57.68	\$692.21
<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA COMPUTADORAS</b>				
Apagado de computadores en su totalidad en la noche	\$0	91	8.65	103.74
Energy Star	\$0	49.2	4.67	56.05
<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA BOMBAS</b>				
UTILIZACION DE ACCESORIOS DE BAJA FRICCION	\$0	484.5	46.03	552.33
<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA COMPRESORES</b>				
Disminución de la caída de presión	\$0	328.2	31.18	374.148
Apagado automático	\$0	656.5	62.37	748.41
<b>MEDIDAS DE MY CAMPUS PRINT</b>				
Desconexión de equipos	\$0	706.8	67.15	805.752
<b>TOTAL</b>	<b>36772.70</b>	<b>10554.64</b>	<b>1176.25</b>	<b>14115.04</b>

### 3.3.1 Cálculo de ahorros económicos, costos de inversión y período de retorno de inversión de las medidas de eficiencia energética

Como resultado de las medidas de eficiencia y conservación se desarrolla el cálculo de ahorro energético y económico, representativo de las estrategias propuestas con el fin aprovechar y distribuir recursos de manera correcta y eficiente a la hora de priorizar metas y estrategias de implementación,

establecido el periodo de retorno de la inversión en las medidas que requieren un capital inicial para su aplicación.

### 3.3.1.1 Ahorro Factor de Corrección de Demanda y Estructura de Tarifa

Se consigue una disminución de demanda 46.1 KW sin la operación de la Clínica Odontológica, como se presentó en la medida de eficiencia 2.2.1 Factor de Corrección de Demanda. Se presenta el cálculo económico de la estrategia, véase la ecuación 13, que explica el cálculo de demanda a cobrar por la empresa eléctrica. En la cual la medida de eficiencia disminuye el Factor de corrección, obteniendo un ahorro económico con su implementación.

$$DEMANDA A COBRAR = DM \times FC \times 4,129 \left( \frac{\$}{KWH} \right) \quad (\text{Ecuación 13})$$

Los siguientes datos fueron obtenidos de históricos del 2016, se presenta los datos en el mes con el máximo registro de demanda como se muestra en la Tabla 2 *Demanda de energía*.

Datos.

DP actual = 131 KW

DM actual = 131 KW

FC actual = 1

DP con medida de ef. = 131 – 46.1 = 84.9 KW

DM con medida de ef. = 131

FC con medida de ef. = 0.64

Cálculos.

Factor de Corrección de Demanda.

$$FC = \frac{131 - 46.1}{131} = 0,64$$

Demanda a pagar.

A pagar sin medida de ef. =  $131 \times 1 \times \$4.129 = \$540.90$

A pagar con medida de ef. =  $131 \times 0,64 \times \$4,129 = \$346.18$

El ahorro total es de  $\$540.90 - \$346.18 = \$194.72$  dólares americanos mensuales

### 3.3.1.2 Ahorro Equipos Odontológicos

El apagado de motores y desconexión de los equipos que utilizan los laboratorios del campus, representa una disminución del 50% en el consumo actual de los motores, a su vez cambiar la trasmisión de motores mejora en 5% la eficiencia en el consumo y remplazar los motores disminuye el consumo en 3.5%. Se presenta el cálculo de ahorros.

Datos.

Consumo actual consumo = 404.63 KWH

Consumo apagando y desconectando los motores =  $404.63 \times 50\% = 202.31$  KWH

Consumo por transmisión de motores =  $(404.63 \text{ KWH MES} \times 12 \text{ MESES}) \times 5\% = 242.77 \text{ KWH AÑO ahorro}$

Consumo remplazo de motores =  $404.63 \text{ KWH MES} \times 3.5\% = 14.1 \text{ KWH MES}$

Cálculos.

Ahorro consumo apagado y desconectado =  $404.63 - 202.31 = 202.31$  KWH  
 MES x \$0.095 KWH MES X 12 MESES = \$233.61 AÑO

Ahorro consumo por transmisión =  $242.77$  KWH AÑO X \$0.095 KWH= \$23.06  
 AÑO

Ahorro remplazo motores=  $14.1$  KWH MES X \$0.095 KWH MES X 12 MESES  
 = \$16.07

Suma de ahorros =  $\$233.61 + \$23.06 + 16.07 = \$272.20$

Retorno de la Inversión.

ROI = inversión / ahorro económico al año

ROI=  $\$10334 / \$272.20 = 37$  años

### 3.3.1.3 Ahorro Iluminación

Al calcular el consumo eléctrico del sistema de iluminación en el campus con el cambio a lamparas LED, existe un ahorro de 4465.39 KWH al mes, las lamparas led incorporan el balastro, por lo cual no es necesario adquirir separadamente esta herramienta. Las luminarias que se encuentra en uso actualmente sirven con lamparas led, es necesario acoplar la luminaria retirando una línea de ingreso de corriente y el balastro, de esta manera no es necesario comprar nuevas luminarias. El ahorro anual de utilizar lamparas led gracias al bajo consumo de energía se muestra a continuación.

Datos.

Consumo actual de campus = 7377.7 KWH

Consumo con lamparas led = 2911.7

Cálculos.

Ahorro consumo mes =  $7377.7 - 2911.7 = 4465.39$  KWH MES

Ahorro consumo anual =  $4465$  KWH X  $12$  MESES =  $53584.72$  KWH AÑO

Ahorro económico=  $4465.39$  KWH X  $\$0.095$  KWH =  $\$424.21$  KWH MES

Ahorro económico anual =  $\$424.21$  x  $12$  meses =  $\$5090.55$  anuales

Se presenta en la Tabla 19 los precios de las lamparas led de acuerdo al precio actual del mercado. El personal de servicios generales se encuentra capacitado para realizar el cambio de lamparas, por lo cual no es necesario pagar un rubro adicional por mano de obra.

Tabla 36.

*Costos de implementación lamparas LED*

ESPECIFICACION DE COMPRA	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO FINAL
LUMINARIA DE 2 LAMPARAS 40 W	88	26.39	2322.32
LAMPARA LED SILAVANIA 115 CM	552	24.03	13264.56
LAMOARA LED SYLVANIA 60 CM	765	4.97	3802.05
DICROICO REDONDO LED	3	9.99	29.97
DULUX ESPIRAL LED	18	2.99	53.82
SENSORES DE MOVIMIENTO	16	11.04	176.64
		<b>TOTAL</b>	<b>19649.36</b>

Las horas de vida de una lampara led son mayores a las de una fluorescente, por lo cual se necesitará cambiar menos lamparas led en un periodo más largo de tiempo, es necesario calcular la cantidad de lamparas a cambiar por año dependiendo el promedio de horas de operación anuales, de las lamparas actuales del campus y la cantidad de luminarias. La vida útil de las lamparas led cotizadas se muestran en la Tabla 20 y a su vez un resumen de los valores utilizados para realizar el cálculo.

Cálculo.

Aplicando la formula se obtienen los siguientes resultados

$$\text{Lamparas a remplazar} = \# \text{ lamp } \times \# \frac{\text{luminaria}}{\text{lamp}} \times \frac{\text{horas de operacion}}{\text{año}} \times \frac{\text{horas de vida útil}}{\text{horas de vida útil}} \quad (\text{ecuación 14})$$

Tabla 20.

*Cantidad de lamparas a cambiar por termino de vida útil al año*

LAMPARA	HORAS DE OPERACIÓN	CANTIDAD	LUMINARIAS	VIDA UTIL LED	VIDA UTIL LED	CANTIDAD DE LAMPARAS A REMPAZAR FLU	CATIDAD DE LAMPARAS A REMPLAZAR LED
FLU	5402	1493	484	20000	25000	131	105
DULUX	4961	18	290	5000	8000	288	180
DICROICOS	4867	3	14	3000	5000	23	14
HALOGENOS	7669	4	17	7000	10000	19	13

*Nota.* FLU: Fluorescentes

Tabla 37.

*Costo de remplazo de lamparas por termino de vida útil*

LAMPARA	CANT A REMPLAZA R FLU	CANT A REMPLAZA R LED	COSTO DE REMPLAZO FLUORESCENT E	COSTO DE REMPLAZ O LED	COSTO DE REMPLAZO FLUORESCENT E	COSTO DE REMPLAZ O LED
FLU	131	105	15	24.03	1960.97	2513.18
DULUX	288	144	2.5	2.99	719.39	430.19
DICROICOS	23	14	6	9.99	136.28	136.14
HALOGENO S	19	13	22	30	409.77	391.14
<b>COSTO TOTAL DE REMPLAZO ANUAL</b>					<b>3226.40</b>	<b>3470.66</b>

Diferencia cambio de lamparas= cambio lamparas fluorescentes – cambio lamparas led

$$\text{Diferencia} = \$3226.40 - \$3470.66 = \$ -244.50$$

Lo que representa \$244.50 dólares americanos adicionales a la inversión de

cambio a led.

Inversión total remplazo de lamparas \$19, 649.36 + \$244.50 = \$19893.86

El remplazar las cortinas por vinil traslucido y apagar las luces innecesarias, proporciona un ahorro de 2.12 KW de energía y 757.79 KWH al mes en las áreas muestreadas.

Datos.

Consumo actual = 966.44 KWH

Calculó.

Consumo remplazo de cortinas= 2.12 KW ahorro X 3 horas x 20 días = 127.32 KWH x \$0.095 = \$12.09

Consumo Apaga de luces innecesarias = 966.44 KWH MES – 3 HORAS DIARIAS de consumo = 757.79 KWH mes

Ahorro = 966.44 KWH – 757.79 KWH = 208.6 KWH MES X \$0.095 = \$71.99 MES.

Inversión vinil = 55 m<sup>2</sup> x \$12 m<sup>2</sup>= \$660

Retorno de inversión.

(ecuación 15)

Periodo de retorno [ROI] =  $\sum$ Costo inversión / Ahorro en un año

Retorno de Inversión [ROI] = \$19893.86+ \$660 / \$6216.29 = 3.27 años

#### 3.3.1.4 Ahorro Acondicionamiento

La energía eléctrica consumida actualmente por aire acondicionados en el campus disminuirá con el remplazo de aire acondicionados de mayor eficiencia,

que trabajan con refrigerante amigable con el ambiente, se presenta el ahorro energético calculado por medio del remplazo de aire acondicionados y la designación de aulas, para evitar el consumo de aire en horas innecesarias 607.2 KWH mensuales.

Datos.

Consumo eléctrico actual = 4281 KWH mensuales

Consumo eléctrico con remplazo= 2564.12 KWH mensuales

consumo aires acondicionados ubicados en los laboratorios= 1435.2 KWH

Calculo.

Ahorro energético de remplazo =  $4281 \text{ KWH} - 2564.12 \text{ KWH} = 1716.9 \text{ KWH}$  mensuales

Ahorro económico mensual =  $1716.9 \text{ KWH} * \$0.095/ \text{KWH} = \$163.10$  dólares americanos

Ahorro económico anual =  $\$163.10 * 12 \text{ meses} = \$1957.20$  dólares americanos

Ahorro energético de designación de aulas =  $1435.2 \text{ KWH}$  mensual – 1 hora consumo diaria = 828 KWH mensuales

Ahorro =  $1435.2 - 828 = 607.2 \text{ KWH}$  mensuales x  $\$0.095 = \$57.68$  dólares americanos mensuales

El costo de inversión sobre la adquisición de nuevo aire acondicionados se presenta en la Tabla 38 con las especificaciones de los equipos, el valor actual en el mercado se presenta en el anexo 2. Acondicionamiento de aire.

Tabla 38.

*Costo de remplazo aire acondicionados*

CANT	AIRE ACONDICIONADO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
8	MARCA: COMFORT MODELO: FPA-36DU	STAR \$1400	\$11200
3	MARCA: COMFORT MODELO: FPA-48DU	STAR \$1720	\$5160
<b>TOTAL INVERSION</b>			<b>\$16360</b>

Retorno de inversión.

$$\text{Retorno de la inversión} = \$16360 / (\$1957.20/\text{año}) = 8.4 \text{ años}$$

Se recuperaría la inversión en 8 años y 4 meses, considerando solo el ahorro energético por cambiar los equipos actuales en su totalidad, se debe tomar en cuenta la aplicación de buenas prácticas ambientales propuestas en las medidas de eficiencia y la disminución del rubro por mantenimiento de equipos, ya que aportaran considerablemente a la disminución del tiempo de retorno de la inversión. La adquisición de equipos puede ser periódica, obteniendo ahorros proporcionales al cambio paulatino.

### 3.3.1.5 Ahorro Energy Star y Computadoras

Como parte del reconocimiento en la línea base se estableció como medida de eficiencia el uso de equipos *Energy Star* que permitan un consumo menor de energía, se calcula el ahorro de utilizar en un 100% las computadoras y el sistema de impresión y escaneo de *My Campus Print* con equipos calificados. Como herramienta para estimar los ahorros se utilizó la calculadora, *Savings Calculator for Energy Star Qualifies Office Equipment*, versión 6.0, obtenida de la página oficial (Unidad de Protección Ambiental USA, 2017).

Mediante el levantamiento de línea base y el balance energético se estimaron las horas de operación en las computadoras del campus, se establece que permanecen activas 1831 horas anuales y 6852 horas en reposo, de las cuales

el 50% de las horas en reposo se encuentran en apagado total de equipos y el 50% de las horas en reposo parcial, la diferencia económica promedio entre adquirir una computadora convencional y una computadora *Energy Star* es de \$50 dólares americanos en el valor actual del mercado. Por lo cual se ocupan los siguientes datos para establecer los ahorros

Datos.

Apagado total = 3426 horas anuales

Reposo = 3426 horas anuales

Actividad constante = 1832 horas anuales

En el anexo 3. Ahorro, computadoras e impresoras, se evidencia el ingreso y cálculo de ahorros en las tablas dinámicas obtenidas de *Energy Star*. La Tabla 23 resume el ahorro energético y la comparación de utilizar un equipo normal y un equipo Energy Star.

Tabla 39.

*Ahorro calculadora Energy Star*

CALCULADORA ENERGY STAR	EQUIPO CONVENCIONAL	EQUIPO ENERGY STAR	AHORRO INDIVIDUAL
ELECTRICIDAD ANUAL CONSUMIDA POR UNA COMPUTADORA KWH	11	3	2
ELECTRICIDAD ANUAL CONSUMIDA POR UNA IMPRESORA KWH	168	125	43

El ahorro anual por cada computadora sería de 2 KWH y el ahorro anual de cada impresora sería de 43 KWH. Se calcula el ahorro total para la cantidad de equipos que presenta el campus.

Ahorro computadoras = 2 KWH X 295 computadoras = 590 KWH año

Ahorro impresoras = 43 KWH X 9 Impresoras = 387 KWH año

Suma Total de ahorro *Energy Star* = 590 KWH/ año+ 387 KWH / año = 977 KWH anuales.

Ahorro económico= 977 KWH X 0.095 = \$92.81/ año

Consumo computadoras en la noche = 13001 KWH MES

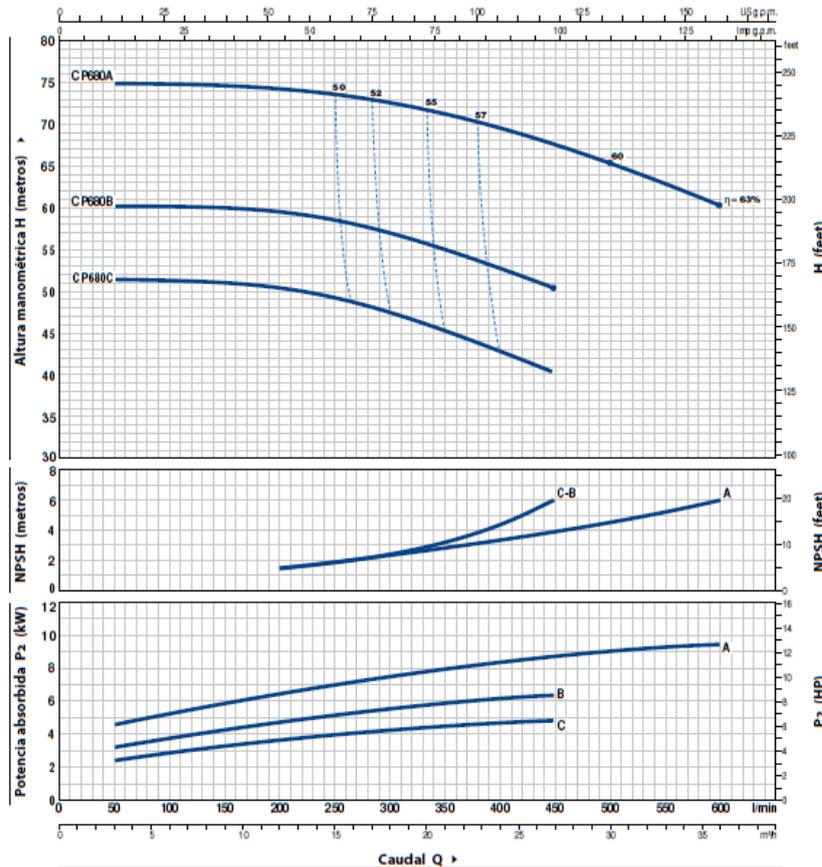
Consumo con apagado en la noche = 1209. 1 KWH MES

Ahorro de apagar las computadoras = 13001- 1209.1 = 91 KWH X \$0.095 = \$8.14 MES

Ahorro total = \$92.81 año + (\$8.14 x 12 meses) = \$190.49 dólares al año.

### 3.3.1.6 Ahorro bombas y compresores

Los sistemas de bombeo y distribución de aire presentan una red de transporte a lo largo de todo el campus entre ductos y empotramientos dentro de paredes lo cual impidió en el levantamiento de campo la medición de factores importantes para el cálculo de ahorros económicos reales, por lo cual para corroborar el desarrollo y eficiencia de las medidas propuestas se establece cálculos aproximados a la realidad de las características físicas de los sistemas y a los datos de fichas técnicas que se encuentra en el anexos 2. Bombas y compresores.



MODELO		POTENCIA (P2)		▲	Q	m³/h											
Monofásica	Trifásica	kW	HP			0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33
CPm 680C	CP 680C	4	5.5	IE3	H metros	52	51.5	51	50.8	50.3	49	47.5	45	43	40		
-	CP 680B	5.5	7.5			61	60.5	60	59.5	59	58.5	57	55	52.5	50		
-	CP 680A	7.5	10			75	75	74.5	74.3	74	73.5	72.5	71	68.5	67.3	65	62.8

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grado 3B.  
 ▲ Clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30)

Figura 7. Curvas eficiencia bomba de agua marca Pedrollo modelo CP 680A. Tomada de Catalogo de bombas (Pedrollo, 2017).

El consumo de energía eléctrica en bombas y compresores disminuye proporcionalmente a la disminución del flujo volumétrico y caída de presión. Se presenta en la figura 7 las curvas de eficiencia de la bomba Pedrollo modelo CP 680 A de potencia nominal 10 Hp, para estimar el ahorro económico de implementar las estrategias propuestas en los diferentes sistemas.

Datos.

Se calcula el consumo energético de acuerdo a la siguiente ecuación

$$W \text{ energia} = \frac{Q \times H}{Cte \times Ef} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Escenario 1.

Q asumido =  $18 \text{ m}^3 / \text{h} = 79.25 \text{ gal} / \text{min}$

H altura =  $72.5 \text{ m} = 237 \text{ ft}$

Ef. 1 = 52 %

Ef. 2 = 63%

Cte. de conversión =  $3960 \text{ gal} \times \text{ft} / \text{min} \times \text{Hp}$

Escenario 2.

Q asumido =  $15 \text{ m}^3 / \text{h} = 66 \text{ gal} / \text{min}$

H altura =  $73.5 \text{ m} = 241 \text{ ft}$

Ef. 1 = 50 %

Ef. 2 = 63%

Cte. de conversión =  $3960 \text{ gal} \times \text{ft} / \text{min} \times \text{Hp}$

Escenario óptimo.

Se mantiene la altura del primer escenario y el caudal disminuye al del segundo escenario en conjunto con sus demás características.

Q asumido =  $15 \text{ m}^3 / \text{h} = 66 \text{ gal} / \text{min}$

H altura =  $72.5 \text{ m} = 237 \text{ ft}$

Ef. 1 = 50 %

Ef. 2 = 63%

Cte. de conversión =  $3960 \text{ gal} \times \text{ft} / \text{min} \times \text{Hp}$

Cálculo.

Escenario 1.

$$\text{Consumo} = [79.25 \text{ (gal/min)} \times 237 \text{ (ft)}] / 3960 \text{ (gal x ft/ min x Hp)} \times 0,52 \times 0,63 = 14.48 \text{ HP}$$

Escenario 2.

$$\text{Consumo} = [66 \text{ (gal/min)} \times 241 \text{ (ft)}] / 3960 \text{ (gal x ft/ min x Hp)} \times 0,50 \times 0,63 = 12.75 \text{ HP}$$

Escenario optimo

$$\text{Consumo} = [66 \text{ (gal/min)} \times 237 \text{ (ft)}] / 3960 \text{ (gal x ft/ min x Hp)} \times 0,52 \times 0,63 = 12.54 \text{ HP}$$

Resumiendo, bombear a una misma altura dos caudales diferentes provoca que el consumo energético suba proporcionalmente al caudal, por lo cual se encaminan las medidas de eficiencia a la disminución del flujo volumétrico en todos los sistemas de bombeo y distribución.

El ahorro económico por disminuir  $3 \text{ m}^3 / \text{h}$  en el sistema de bombeo, serian de acuerdo al escenario optimo planteado de 0.21 Hp en los escenarios propuestos.

El ahorro de energía por cambiar disminuir la caída de presión cambiando el coeficiente de fricción de las tuberías y el ahorro de encendido de los compresores se presenta a continuación.

Cálculos.

$$\text{Disminución promedio} = 7 \%$$

$$\text{Consumo actual} = 6921 \text{ KWH mensuales} \times 7\% = 484.5 \text{ KWH}$$

$$\text{Ahorro de energía con accesorios de baja fricción} = 484.5 \text{ KWH} \times \$0.095 = \$46.02 \text{ dólares americanos al mes.}$$

Disminución de prendido en compresores = 3 encendidos x 1 hora

Consumo actual compresores = 3413.7 KWH

Ahorro = 656.5 KWH x \$0.095 = \$ 62,36 dólares americanos mensuales.

Disminución = 30 min diarios en el prendido de compresores

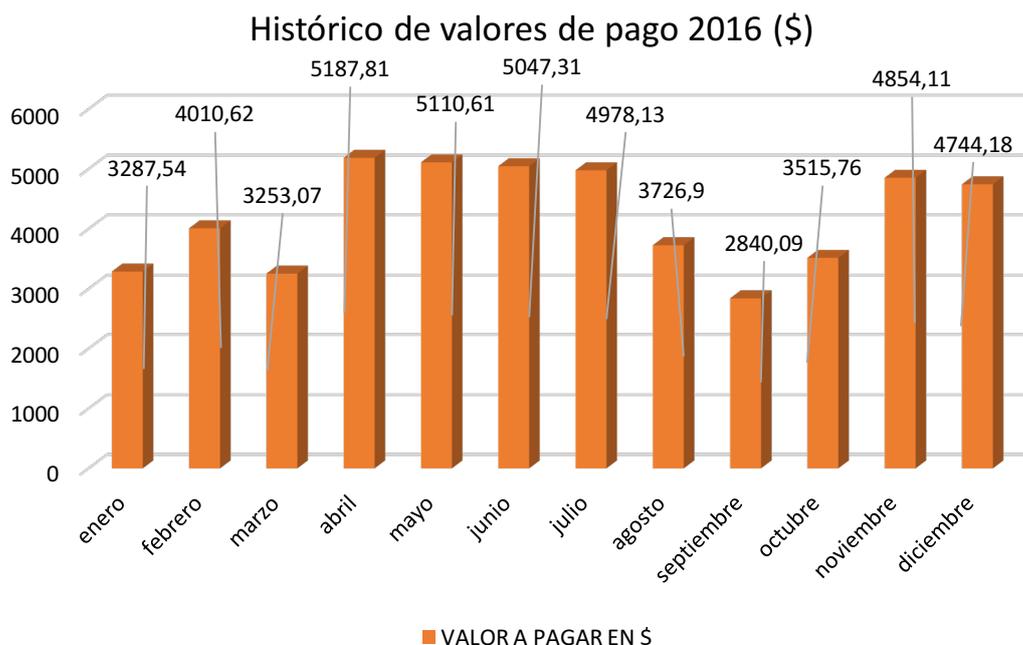
Ahorro = 328.2 KWH al mes x \$0.095 = \$31.17 dólares americanos.

Ahorro total = \$46.02 + \$62.36 + \$31.18 = \$139.56 dólares al mes

## **4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS**

### **4.1 Resultados y análisis de resultados**

Parte del análisis de las facturas energéticas muestra que el consumo en el campus varía de acuerdo a los meses de operación y funcionamiento siendo enero, marzo, septiembre y octubre los meses con menor consumo eléctrico debido al periodo de vacaciones de los estudiantes, como se muestra en la figura 8, el valor promedio a pagar mensualmente por la Universidad es de \$4213 dólares americanos, con una desviación de más, menos del 27.9 % del valor promedio.



*Figura 8.* Histórico de valores de pago año 2016.

El factor de demanda es representativo en la sede debido a la cantidad de equipos de consumo eléctrico que maneja. La figura 9 muestra los valores económicos pagados por demanda de potencia; la implementación de turnos para encender periódicamente los equipos, disminuirá el consumo en horas pico de registro, lo cual representa ahorros económicos de \$2,336.64 dólares americanos anuales para la sede, sin necesidad de invertir capital, poniendo en práctica las recomendaciones realizadas. Obteniendo un ahorro del 45.2 % del valor total anual a pagar.

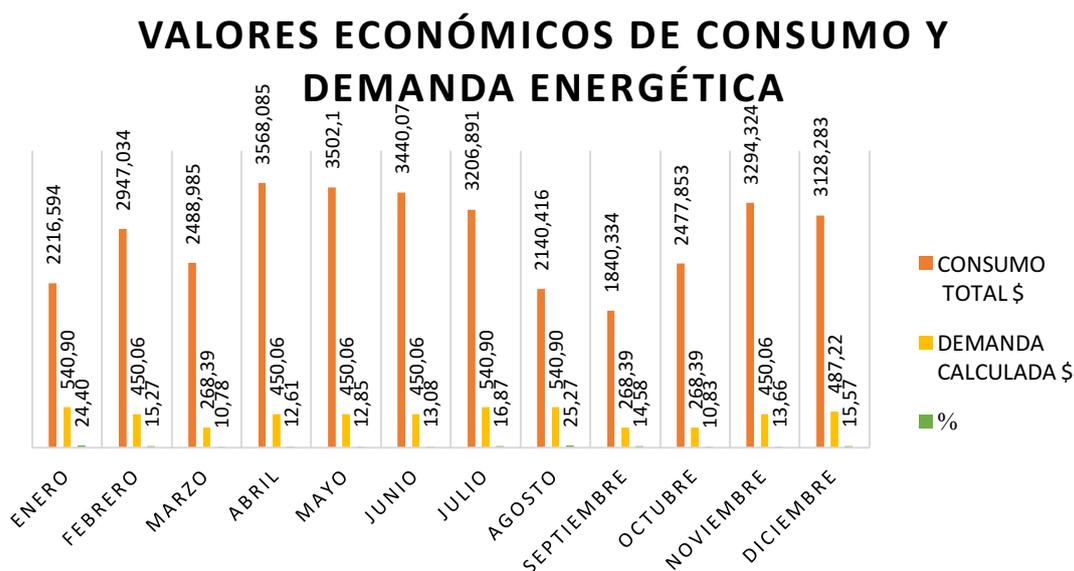
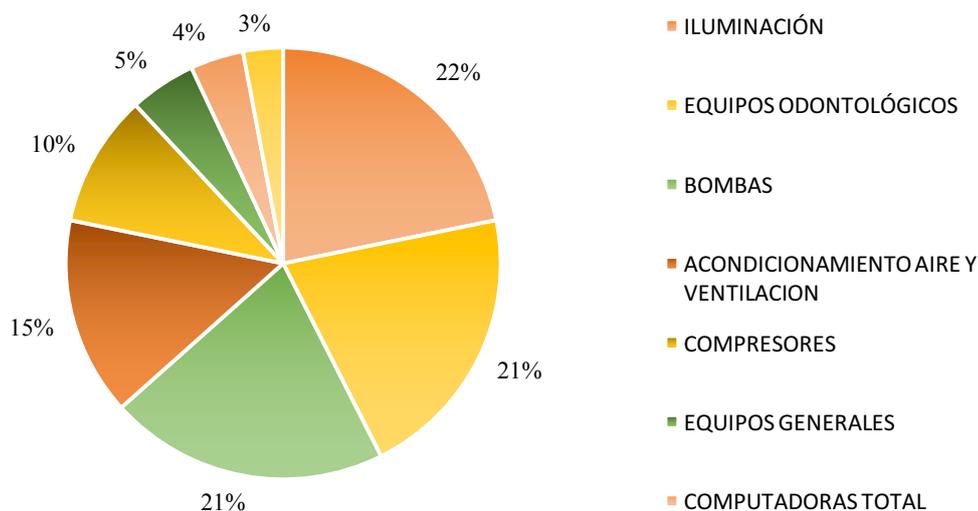


Figura 9. Valores económicos de consumo y demanda energética.

El levantamiento de la línea base permitió reconocer la demanda de consumo y potencia de los distintos equipos, dando paso a la clasificación que se muestra en la figura 10, las especificaciones técnicas para el cálculo de consumo eléctrico total, la identificación de los distintos sistemas de funcionamiento en el campus establece la prioridad de aplicación de las medidas de eficiencia y conservación para evitar el consumo desmesura de energía y la optimización de recursos. Se muestra en la Tabla 40 las medidas propuestas para su aplicación.

## Clasificación sistemas y equipos de consumo



*Figura 10.* Clasificación de sistemas y equipos de consumo energético, para el levantamiento de la línea base, 2017

El balance energético realizado de acuerdo a la clasificación de equipos eléctricos en el campus presento como zonas y equipos críticos de consumo a aquellos que ayudan a abastecer a los sillones de odontológica ubicados en el área de la clínica odontológica y quirófanos operatorios. Como son: iluminación, equipos odontológicos, sistema de bombeo y acondicionamiento de aire principalmente. Tomando en cuenta todas las consideraciones respectivas se establecen las medidas de eficiencia descritas en la Tabla 40.

Tabla 40.

*Medidas de eficiencia y conservación propuestas*

<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA PROPUESTAS</b>	
<b>1.1.1.</b>	<b>Política Energética</b>
<b>1.1.2.</b>	<b>Factor de corrección de demanda y estructura de tarifa</b>
<b>1.1.3.</b>	<b>Equipos odontológicos</b>
<b>1.1.3.1.</b>	<b>Apagado de motores y desconexión</b>
<b>1.1.3.2.</b>	<b>Transmisión de motores</b>
<b>1.1.3.3.</b>	<b>Reemplazo de motores</b>
<b>1.1.4.</b>	<b>Iluminación</b>
<b>1.1.4.1.</b>	<b>Reemplazo de iluminación</b>
<b>1.1.4.2.</b>	<b>Instalación de sensores de movimiento</b>
<b>1.1.4.3.</b>	<b>Remplazo de cortinas pesadas por vinil traslucido</b>
<b>1.1.4.4.</b>	<b>Apagado de luces innecesarias cerca de ventanas o claraboyas en el día</b>
<b>1.1.4.5.</b>	<b>Distribución de iluminación.</b>
<b>1.1.5.</b>	<b>Acondicionamiento de Aire</b>
<b>1.1.5.1.</b>	<b>Mejoras en la eficiencia de los aires acondicionados</b>
<b>1.1.5.2.</b>	<b>Designación de aula</b>
<b>1.1.6.</b>	<b>Computadoras</b>
<b>1.1.6.1.</b>	<b>Apagado de monitores, parlantes, video cámaras</b>
<b>1.1.6.2.</b>	<b>Apagado de computadores en su totalidad en la noche</b>
<b>1.1.6.3.</b>	<b><i>Energy Star</i></b>
<b>1.1.7.</b>	<b>Bombas</b>
<b>1.1.7.1.</b>	<b>Disminución del cabezal de bombeo</b>
<b>1.1.7.2.</b>	<b>Utilización de accesorios de baja fricción</b>
<b>1.1.7.3.</b>	<b>Reducción de la pérdida de carga de entrada y salida por control de flujo</b>
<b>1.1.8.</b>	<b>Compresores</b>
<b>1.1.8.1.</b>	<b>Reducción del caudal volumétrico</b>
<b>1.1.8.2.</b>	<b>Disminución de la caída de presión</b>
<b>1.1.8.3.</b>	<b>Aumento de la eficiencia de control</b>
<b>1.1.8.4.</b>	<b>Apagado automático</b>
<b>1.1.9.</b>	<b><i>My Campus Print</i></b>
<b>1.1.9.1.</b>	<b>Reposo automático</b>
<b>1.1.9.2.</b>	<b>Desconexión de equipos</b>

La iluminación es el sistema crítico representativo para el campus con el 22 % del consumo neto de energía. Aun así, el Índice de Representación del Color, CRI, se encuentra bajo lo recomendable, provocando fatiga, mala concentración y contribuyendo a la mala productividad. Con un promedio de

172.8 lm/m<sup>2</sup>, este indicador muestra que la luminancia apenas llega al 57.6 % de la cantidad recomendable mínima que es 300 lm / m<sup>2</sup>

Los ahorros energéticos y económicos representativos mensual y anual de la disminución de consumo con la aplicación de las medidas propuestas se presenta en la Tabla 41, comparando la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, calculadas por medio del factor de emisión de CO<sub>2</sub>, 2011. No todas las medidas pudieron ser matemáticamente calculadas por características principales de las instalaciones.

Cabe recalcar que los beneficios de conservación energética son igual de representativos en un sistema de gestión de energía. A su vez la implementación de las medidas de conservación de buenas prácticas ambientales, no requieren una inversión inicial alta, siendo el ahorro económico directo a la concientización de los colaboradores y estudiantes en la sede.

Tabla 41.

*Resumen de ahorro total de energía y económicos*

ANALISIS COSTO BENEFICIO				
MEDIDA	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN AÑO \$	AHORRO ENERGÉTICO KWH MES	AHORRO ECONÓMICO MENSUALES \$	AHORRO ECONÓMICO ANUAL \$
MEDIDAS DE EFICIENCIA FACTOR DE CORRECCIÓN DE DEMANDA Y ESTRUCTURA DE TARIFA				
Factor de corrección de demanda y estructura de tarifa	\$0	2.3	194.72	2336.64
MEDIDAS DE EFICIENCIA EQUIPOS ODONTOLÓGICOS				
Apagado de motores y desconexión	\$0.00	202.31	\$19.42	\$233.06
Transmisión de motores	\$0.00	242.77	\$1.92	\$23.06
Reemplazo de motores	\$103.34	14.1	\$1.34	\$16.07
MEDIDAS DE EFICIENCIA ILUMINACIÓN				
Reemplazo de iluminación	\$19,649.36	4465.39	\$424.21	\$5,090.54
Instalación de sensores de movimiento		102.39	\$9.73	\$116.72
Reemplazo de cortinas pesadas por vinil traslúcido	\$660.00	127.32	\$12.10	\$145.14

Apagado de luces innecesarias cerca de ventanas o claraboyas en el día	\$0.00	757.79	\$71.99	\$863.88
Distribución de iluminación				
<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA ACONDICIONAMIENTO DE AIRE</b>				
Mejoras en la eficiencia de los aires acondicionados	\$16,360.00	1716.9	\$163.11	\$1,957.27
Designación de aula	\$0.00	607.2	\$57.68	\$692.21
<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA COMPUTADORAS</b>				
Apagado de computadores en su totalidad en la noche	\$0	91	8.65	103.74
Energy Star	\$0	49.2	4.67	56.05
<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA BOMBAS</b>				
UTILIZACION DE ACCESORIOS DE BAJA FRICCION	\$0	484.5	46.03	552.33
<b>MEDIDAS DE EFICIENCIA COMPRESORES</b>				
Disminución de la caída de presión	\$0	328.2	31.18	374.148
Apagado automático	\$0	656.5	62.37	748.41
<b>MEDIDAS DE MY CAMPUS PRINT</b>				
Desconexión de equipos	\$0	706.8	67.15	805.752
<b>TOTAL</b>	<b>36772.70</b>	<b>10554.64</b>	<b>1176.25</b>	<b>14115.04</b>
<b>AHORRO DE KWH AL AÑO</b>	<b>126655.64</b>			

Como resultado de la aplicación de las medidas propuestas en conjunto se consigue un ahorro 10554.64 KWH al mes con un valor económico de \$14115.04 dólares americanos. Al año se reduciría el consumo en un 30 % de la energía promedio establecida por históricos de datos. Las emisiones de CO<sub>2</sub> disminuirían de acuerdo al factor de emisiones de CO<sub>2</sub> calculado 0.08 ton CO<sub>2</sub> /MWH y el consumo anual en MWH = 126,65. Siendo 126,65 MWH X 0.08 ton CO<sub>2</sub>/ MWH = 10.1 ton CO<sub>2</sub>/MWH, lo que significa que por cada MWH conservado se evitará la emisión de 10.1 ton CO<sub>2</sub>, que pueda perjudicar a la calidad de aire.

#### 4.1.1 Estructura Plan de Gestión de Eficiencia Energética

En base a la metodología de ISO 50001 se desarrolló las propuestas de eficiencia energética, comparando el consumo facturado de la sede Colón de la Universidad de las Américas con las características y horas operativas de los diferentes sistemas de consumo crítico, el personal ocupacional y las actividades diarias.

El Plan de Eficiencia Energética abarca el levantamiento de la línea base de consumo energético, el balance de energía de acuerdo a la facturación mensual del año 2016 y, el desarrollo y análisis de costos y beneficios descritos en el presente trabajo de titulación.

Objetivo del Plan de Eficiencia Energética:

Disminuir el consumo energético actual del campus Colón de la Universidad de las Américas, con la aplicación de las medidas de eficiencia propuestas.

Alcance:

El proyecto propuesto es aplicable a la sede Colón de la Universidad de las Américas, incluyendo todas sus instalaciones.

Responsables:

Alta dirección: Jefe de Sede, Jefe de Proyectos.

Departamentos: Servicios Generales.

Normativa Aplicable:

ISO 5001

Actividades:

Aplicación de las medidas propuestas por cada sistema de consumo crítico.

Periodo de Aplicación:

Si se realiza la aplicación de las medidas propuestas la inversión asciende a

\$36772 dólares que se recuperarían en un periodo de 2.06 años, contemplando el ahorro anual de 14115.04 KWH anuales.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Se desarrolló el Plan de Gestión de Energía para el campus Colón de la Universidad de las Américas, por medio del levantamiento de línea base, estableciendo las características específicas que determinaron los ahorros principales en cada equipo, resaltando las falencias de cada sistema de consumo energético y encaminando el esfuerzo realizado para optimizar y concentrar las estrategias principales en resultados de ahorro energético, económico y reducción de impacto ambiental.

La línea base de consumo de energía del Campus Colón, permitió el análisis de las facturas de consumo de energía y el desarrollo del modelo de desempeño energético o balance energético del Campus, para cuantificar el ahorro energético y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Se obtuvo la clasificación de sistemas de consumo crítico establecido por el sistema de iluminación, representando el 22% del consumo de electricidad neta del campus, equipos odontológicos, representa el 21 %, sistema de bombeo representa el 21 %, acondicionamiento de aire 15%, compresores 10%, equipos generales 5%, computadoras 4%, y sistema de impresión *My Campus Print* 3%.

Las oportunidades de ahorro energético se evidencian gracias al sistema operativo de cada clasificación, dependiendo las características técnicas del equipo el consumo depende principalmente de la carga que soporte y la eficiencia que mantenga para convertir la potencia de entrada en potencia real de uso. Todo método que mejore esta diferencia es considerado una medida de eficiencia. En base a las propuestas se calculó la disminución de 10 ton de CO<sub>2</sub> por cada MWH de energía evitada de acuerdo a la metodología del Ministerio de Ambiente Ecuatoriano.

El análisis costo-beneficio de las medidas de eficiencia energética permitió priorizar la implementación de cada propuesta tomando a consideración la cantidad de energía ahorrada y el valor económico representativo de cada medida. Convertir el ahorro energético en económico, depende de la disminución de rubros dependientes de la operatividad de cada sistema como cambio de piezas, mantenimiento, adquisiciones constantes de equipos o herramientas debido a la baja eficiencia. Es indispensable conocer la operación diaria de los diferentes sistemas para prever, mantener, controlar y crear estrategias que no permitan el consumo excesivo de energía.

El consumo de combustibles fósiles es proporcional al aumento de emisiones de CO<sub>2</sub>, siendo una problemática ambiental que engloba la necesidad de varios actores que permitan el desarrollo progresivo del desarrollo sostenible. Empezando desde las empresas productoras, transportadoras, y distribuidoras de energía por medio del apoyo, implementación e investigación de estrategias de ahorro energético.

Para priorizar la implementación de las medidas energéticas es necesario tomar en cuenta el presupuesto a invertir y el retorno de la inversión en el tiempo [ROI], lo cual dependerá de la cantidad de ahorro que genere la implementación de la medida de eficiencia. Es importante comenzar con las medidas de conservación y buenas prácticas ambientales que no necesitan de una inversión inicial para percibir ahorros económicos que permitan el seguimiento y puesta de todo el Sistema de Gestión de Energía.

## 5.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar capacitaciones constantes de Buenas Prácticas Ambientales, que instruyan al personal ocupacional sobre consumo energético y técnicas de conservación de energía.

El dimensionamiento de la iluminación en el campus necesita ser rediseñado para evitar el alto consumo energético y la mala calidad de iluminación representada por el CRI. Las fórmulas y metodología de cálculo se presentó a lo largo del proyecto

La ubicación del compresor Sullair en el Archivo del Centro Legal, debe ser modificada, ya que este incumple con los límites permisibles de decibeles y exposición ocupacional en los trabajadores que se encuentran en el área.

Es indispensable diseñar los diferentes sistemas de consumo como la ambientación y acondicionamiento de aire y la iluminación, con parámetros técnicos que eviten pérdidas económicas futuras.

## REFERENCIAS

- Almeida, A. A. (2012). Estudio Energético del Sistema. Recuperado el 19 de septiembre 2017 de: file:///C:/Users/Personal/Downloads/T-SENESCYT-0412%20(1).pdf
- ARCONEL. ( 2016). Pliego tarifario para las empresas eléctricas. Resolucion Nro. 099/15.
- ASAMBLEA NACIONAL. (2015). LEY ORGANICA DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA. Registro Oficial Suplemento 418 de 16-ene.-2015. REPUBLICA DEL ECUADOR.
- Center for Especcial Buissnes Proyect Canada. (2014). Survey of Commercial and Institutional Energy Use . Statistics Canada, 3-20.
- Comisión para la Cooperación Ambiental. (2011). Emisiones atmosféricas de las Centrales elctricas en America del Norte. Canada: Library and Archives.
- Chwieduk, D. (2003). Towards sustainable-energy buildings. Applied energy, 76(1), 211-217.
- Change, I. C. (2007). Mitigation of climate change. Summary for Policymakers, 10(5.4).
- Crawley, D. B., Lawrie, L. K., Winkelmann, F. C., Buhl, W. F., Huang, Y. J., Pedersen, C. O., ... & Glazer, J. (2001). EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program. Energy and buildings, 33(4), 319-331
- Ehhalt. D, Prather. M, Dentener. F, Derwent. R, Dlugokencky. E, Holland. E, Midgley. P. (2001). Atmospheric chemistry and greenhouse gases. Pacific Northwest National Laboratory: Richland WA.
- Empresa Electrica Quito. (2017). Factura Elctrica. Recuperado el 17 de marzo de: <http://www.eeq.com.ec:8080/atencion-virtual/impresion-de-facturas>
- Encalada, V. (2017). Ing. (M. Leyva, Entrevistador)
- Escolano, V. A., & Rosa, E. P. (2005). Análisis de las emisiones de CO2 y sus factores explicativos en las deferentes áreas del mundo. Revista de Economía Crítica, 4, 17-37.
- Ferran Ballester, J. D. (2006). Cambio climático y salud pública: escenarios después de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto. Gaceta Sanitaria, 160-174.

- Jain, A. K., Khanna, P., & Mohan, D. M. (1978). Modified Hazen-Williams Formula. *Journal of the Environmental Engineering Division*, 104(1), 137-146.
- Held, D., McGrew, A., Goldblatt, D., & Perraton, J. (1999). *Global transformations*. *ReVision*, 22(2), 7-7.
- Hall, C. A., Cleveland, C. J., Kaufmann, R. K., & Behler, D. (1986). *Energy and resource quality: the ecology of the economic process*. New York: Wiley.
- Illuminating Engineering Society*. (2017). IES. Recuperado en marzo 2017 de: <https://www.ies.org/>
- INER. (2013). Políticas Publicas del INER acerca de Eficiencia Energética. Recuperado el 12 de abril 2017 de: <http://www.iner.gob.ec/biblioteca/>
- Kissock, K. (2016). *Energy Efficient Manufacturing*. Recuperado el 4 de febrero 2017 de: <http://academic.udayton.edu/kissock/http/EEM/EEMmain.htm>
- Linnhoff, B. (1978). *Synthesis of heat exchanger networks: I. Systematic generation of energy optimal networks*. *Alche Journal*, 633-642.
- Llamas, P. L. (2009). Eficiencia Energética. ICE, 18.
- Luckow. P, Wise. M, Dooley. J, Kim. S. (2010). *Large-scale utilization of biomass energy and carbon dioxide capture and storage in the transport and electricity sectors under stringent CO2 concentration limit scenarios*. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 865-877.
- Manner. A, R. R. (1991). *Emission reductions-The impacts of rising energy cost*. *The Energy Journal*, 87-107.
- Mentor Poveda. (2007). Eficiencia Energética: Recurso No Aprovechado. Quito: *Latin American Energy Organization*.
- Michaelowa A, J. F. (2005). *Transaction costs, intitucional rigidities and the size of the clean development mechanism*. *Energy Policy*, 511-523.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2016). Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035. Quito.
- Ministerio del Ambiente. (2013). Factor de Emision del CO2 del Ssistema Nacional Interconectado del Ecuador. Recuperado el 15 de mayo de 2017 de: [www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)
- Parra, R. (2013). Factor de emisión de CO2 debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001 - 2011. *Avances en Ciencias e Ingenierias*, 4.

- Pattini Andrea. (2001). Recomendaciones De Niveles De Iluminación En Edificios No Residenciales. Mendoza.
- Pimentel, D., Hurd, L. E., Bellotti, A. C., Forster, M. J., Oka, I. N., Sholes, O. D., & Production, R. W. F. (1971). *The Energy Crisis. Science*, 182, 443-449.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2017). PNUS. Recuperado en septiembre 2017 de: <http://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-7.html>
- Rodhe, H. (1990). *A comparison of the contribution of various gases to the greenhouse effect. Science*, 248(4960), 1217.
- Secretaria de Ambiente. (2016). Distinción Quito Sostenible. Recuperado en 16 mayo 2017 de: <http://www.udla.edu.ec/2016/06/03/el-campus-udlapark-recibio-la-distincion-ambiental-metropolitana-quito-sostenible/>
- The British Standards Institution*. (2012). ISO 50001:2011. London.
- Thormark, C. (2002). *A low energy building in a life cycle—its embodied energy, energy need for operation and recycling potential. Building and environment*, 37(4), 429-435.
- UDLA. (2016). Udla Participa Por La Distinción Ambiental. Recuperado 12 de mayo de 2017 de: <http://www.udla.edu.ec/2016/03/17/udla-participa-por-la-distincion-ambiental/>
- Unidad de Proteccion Ambiental USA. (2017). *Energy star*. Recuperado el 17 de marzo de: <https://www.energystar.gov/>
- Williamson. J. (2002). *Coping with city growth during the British industrial revolution. United States: Cambridge University Press*.

## **ANEXOS**

Levantamiento línea base; encuesta.

ENCUESTA PLAN DE GESTIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL CAMPUS COLÓN DE LA  
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

Mishell Leyva

FECHA:

\_\_\_\_\_

EMPRESA:

\_\_\_\_\_

CONTACTO:

\_\_\_\_\_

CARGO:

\_\_\_\_\_

EMAIL:

\_\_\_\_\_

1. ¿Durante el año 2016 que meses estuvo en operación el edificio?  
\_\_\_\_\_
2. Indicar las horas de operación del edificio en una semana común del 2016  
(horas\*semana)\*excluir los horarios de gestión interna de mantenimiento o el trabajo de seguridad operando fuera de horas de servicio  
\_\_\_\_\_
3. ¿Cuántos empleados trabajan en el edificio durante el turno principal?  
considerar turno principal, el horario en el que la mayoría de empleados esté en el turno\* si el número de empleados cambia por temporada, informar para el turno de temporada cuantos fueron\* incluir colaboradores a tiempo completo y parcial y excluir contratistas y voluntarios  
\_\_\_\_\_
4. ¿El edificio es propio o arrendado?  
\_\_\_\_\_
5. Al 31 de diciembre de 2016, ¿cuál era la superficie total del edificio?• Incluye todos los pisos cerrados del edificio, como el estacionamiento bajo techo (Incluye estacionamiento parcialmente expuesto). Áreas mecánicas, áreas comunes y sótanos. • Si no conoce el área exacta, proporcione su mejor estimación (es decir, multiplique la duración de su edificio por su anchura y por el número de pisos).  
\_\_\_\_\_
6. Al 31 de diciembre de 2016, ¿cómo se asignó la superficie total del edificio?• Incluye todos los pisos cerrados del edificio, incluyendo áreas mecánicas y sótanos. • Incluir anexos y áreas temporales.  
\_\_\_\_\_

LA SUPERFICIE TOTAL 100%	
Superficie ocupada por su negocio (excluyendo áreas comunes)	
Superficie ocupada por otras empresas o arrendatarios (excluyendo áreas comunes)	
Espacios comunes compartidos con otros negocios de este edificio (Como vestíbulos, vestíbulos, baños, ascensores, escaleras)	
Vacante (espacio alquilable no ocupado)	
Estacionamiento Interior (Incluye aparcamiento parcialmente expuesto)	

**7. Indicar el porcentaje de la superficie total de este edificio año 2016**

a. Calentado a por lo menos 10 grados Celsius (50 grados de Fahrenheit) • Incluir sótanos • Excluir áreas de estacionamiento bajo techo.	%
b. Aire acondicionado • Incluir sótanos • Excluir áreas de estacionamiento bajo techo.	

**8. a. ¿Este edificio tiene estacionamiento interior climatizado?**

SI NO (pase a la 8c)

**b. ¿La energía consumida en el estacionamiento interior (iluminación y calefacción) está incluida en su factura de servicios públicos? o en su pago de arrendamiento para este edificio?**

SI NO N/A (sin energía consumida)

**c. ¿Este edificio tiene estacionamiento al aire libre?**

SI NO (pase a la 9)

**d. ¿Es la energía consumida dentro del área de estacionamiento al aire libre (iluminación, plug-ins) incluida en su utilidad Factura o en su pago de arrendamiento para este edificio?**

SI NO N/A (sin energía consumida)

**9. De la siguiente lista de actividades, indique el porcentaje de espacio disponible para cada actividad o función de este edificio**

ACTIVIDADES Y FUNCIONES	%
Edificio de oficinas (no médicos)	
Edificio de oficinas (médico)	
Escuela universitaria	
Servicio de Cuidado Diario Asistido y / o Centro de Cuidado Residencial	
Cafetería	
Recreación (biblioteca, auditorio, patio de artes)	

**10. En qué año se construyó el edificio?**

**11. ¿Ha habido grandes adiciones a este edificio desde que este edificio fue construido originalmente?**

SI NO(ir a la 13)

12. Indicar el año en que se construyó la mayor adición y el porcentaje del área total del edificio

AÑO	% Total del área del edificio 2016

13. ¿Cuántos pisos hay en la sección más alta del edificio? • Incluya sótanos, niveles de estacionamiento, o cualquier otro piso debajo del nivel del suelo. • Excluir entresuelos, balcones y loft.

14. ¿Cuántos elevadores hay en el edificio? • Inclúylos los de servicio

15. ¿Cuántas escaleras mecánicas hay en este edificio? • Cuente cada uno. Por ejemplo, un par de escaleras mecánicas ascendentes y descendentes debe ser contado como dos.

16. ¿Cuántas paredes de este edificio al nivel del suelo o superior se comparten con otro edificio?

17. Al 31 de diciembre de 2016, ¿cuántos de los siguientes tipos de dispositivos estaban en uso en este edificio? • Incluya los dispositivos que estén en uso (enchufados) en el espacio total indicado en la pregunta 5 • Si no sabe el número exacto, proporcione su mejor estimación.

TIPO DE DISPOSITIVO	CANTIDAD
Computadores • Incluya ordenadores personales y portátiles. • Excluya las cajas registradoras y los dispositivos portátiles con pilas, servidores en una sala de servidores dedicada.	
Cajas registradoras • Incluya salidas de autoservicio. • Excluya dispositivos portátiles portátiles.	
Televisores / pantallas electrónicas / LCDs • No Incluya monitores de computadora de escritorio.	
Impresoras, fotocopiadoras, máquinas de fax y dispositivos multifuncionales	
Aparatos comerciales • Incluya aparatos comerciales como congeladores, refrigeradores, lavavajillas, estufas y hornos, Microondas, lavadoras y secadoras. • Excluir refrigeradores y congeladores. • Excluya las vitrinas de alimentos refrigerados y congeladores.	
Usos domésticos	

• Incluya electrodomésticos como congeladores, refrigeradores, lavavajillas, estufas y hornos, Microondas, lavadoras y secadoras.	
Imágenes de Resonancia Magnética (MRI) C07010	
Equipo de esterilización electrónica C07011	
Máquina expendedora	

18. ¿Este edificio tiene instalaciones de lavandería en el lugar?

\_\_\_\_\_

19. ¿Cuál es el área (longitud por ancho) de la sala de servidores de computadora de este edificio? • Si hay más de una sala de servidores de computadora, proporcione el área combinada

\_\_\_\_\_

20. ¿Este edificio tiene refrigeradores y / o congeladores? ¿que área total ocupan?

\_\_\_\_\_

21. ¿Tiene este edificio cuartos de comida refrigerada / congeladora?

\_\_\_\_\_

22. ¿Tiene este edificio un área comercial o Institucional de preparación de alimentos? • Excluir las cocinas del personal.

\_\_\_\_\_

23. ¿Cuál es la superficie total (longitud por ancho) utilizada para la preparación de alimentos comerciales o Institucionales? • Si hay más de un área de preparación, proporcione el área total combinada. • Excluir área de asientos para los clientes y las cocinas del personal

\_\_\_\_\_

24. ¿Cuál fue el número promedio de estudiantes matriculados 2016?

\_\_\_\_\_

25. ¿Hay algún espacio en este edificio usado para conferencias o eventos sociales?

\_\_\_\_\_

26. ¿Cuál es la superficie total disponible para conferencias o eventos sociales en este edificio? • Excluir las habitaciones de las personas que asisten al evento. • Incluye el área disponible para el evento.

\_\_\_\_\_

**27. ¿Cual es la cantidad y el gasto de cada fuente de energía o el agua doméstica consumida en este edificio 2016? • Excluir el combustible o la energía utilizada para el transporte. •**

Incluye impuestos, cargos por servicios y cualquier rebaja (importe total en su factura de servicios públicos).

Fuente de energía	Cantidad consumida	Unidad de medida	Gasto en energía \$	El costo total esta incluido en su factura
Electricidad comprada				
Gas natural				
Fuel				
Diesel (no transporte)				
Keroseno				
propano- bombona de gas				
vapor proveniente de una planta				
Agua caliente del distrito, desde un sitio externo o planta				
Distrito refrigerado Agua de una Planta fuera de sitio				
madera				
otras				
Domestic water consumed				

**28. ¿Poseen generador de energía, que fuente de energía utiliza?**

\_\_\_\_\_

29. ¿Cuánta energía se generó en el 2016 en el lugar, incluida la de emergencia?

---

30. ¿Es el sistema de generación de energía eléctrica también un sistema de cogeneración. (Es decir, proporciona calor útil al edificio)? La cogeneración se define como la generación simultánea de electricidad y energía térmica útil (por ejemplo, vapor) en un proceso y desde la misma fuente de combustible. Los tipos de unidades / sistemas de cogeneración incluyen el vapor de condensación Turbinas, turbinas de gas de ciclo combinado, etc.

---

31. ¿Está el sistema de generación de energía eléctrica conectado a la red, es decir, ¿puede vender el excedente de energía generada a una empresa de servicios públicos o proveedor de energía)?

---

32. ¿Cuál fue la principal fuente de energía utilizada para calentar el espacio en este edificio, 2016? • La fuente de energía principal es la fuente utilizada para calentar la mayor proporción de área de piso en este edificio.

---

33. ¿Cuál fue la principal fuente de energía utilizada para refrigerar el espacio en este edificio, 2016? • La fuente de energía principal es la fuente utilizada para enfriar la mayor proporción de área de piso en este edificio.

---

34. ¿Cuál fue la principal fuente de energía utilizada para la calefacción de agua, 2016? El calentamiento del agua doméstica incluye el agua utilizada para el lavado de manos, lavaplatos, etc. • Excluir el agua utilizada para calentar el espacio en este edificio

---

35. ¿Mantiene prácticas de conservación de energía y / o eficiencia energética?

---

36. ¿Su edificio rastrea su uso de energía con el tiempo, dispone de algún sistema?

---

37. ¿Cuáles de las siguientes características de eficiencia energética están actualmente presentes en este edificio? Marque todo lo que corresponda

No hay características de eficiencia energética	
Reducción del espacio cerrado	
Iluminación	
Control de energía de iluminación-control sistema	

Equipos de calefacción	
Control de la gestión de calefacción y refrigeración sistema	
Equipos de refrigeración	
Aislamiento de sótano, techo o paredes	
ventanas	

38. Por favor indique cuáles de las siguientes renovaciones o retrofits fueron ejecutadas en este edificio

TIPOS	Cambios en los edificios SI o NO	Reemplazado o con un Sistema eficiente SI o NO	Porcentaje (%) De la superficie total afectado por Renovación o reequipamiento
Equipo de iluminación Ventanas			
Gestión de energía de iluminación sistema de control			
Equipo de calefacción (Caldera, horno, etc.)			
Equipos de refrigeración C47400			
Calefacción y refrigeración Sistema de control de gestión (HVAC EMCS)			
Aislamiento			
Ventanas			
Ninguno			



# ESMERIL

← → ↻ <https://listado.mercadolibre.com.ec/esmeril-de-banco-dewalt-dw756> ☆ ⋮

  🔍 Regístrate Ingresar Vender

Búsquedas relacionadas: esmeril de banco dewalt 6 - Industrias esmeril de banco 6 bench grinder - accesorios de mecanica industrial - esmeril de banco b - gata hidraulica tipo botella 30 toneladas esp...

Publicidad | Promoción Bridgestone - [bridgestone.com](#) - Tanquea Tu Vehículo En La Compra De Llantas **BRIDGESTONE**

## Esmeril de banco dewalt dw756

97 resultados

Ordenar publicaciones  
Más relevantes ▼ | 📄 📑

Categorías

- Amoladora (11)
- Hogar y Muebles (4)
- Deportes y Fitness (2)
- Herramientas (2)
- Cortadoras (1)
- Lijadoras (1)
- Sierras Caladoras (1)
- Taladro (1)
- Otros (65)
- Otras categorías (9)



Esmeril De Banco 6 5/8hp 3450rpm Dewalt Cod:dw756  
**U\$S 152**  
Pichincha ( Quito )



Esmeril Electrico Marca Dewalt 5/8hp 110v Dw756  
**U\$S 135**  
📦 Envío gratis a todo el país  
Guayas

19964737\_102032...jpg ^ 19965122\_102032...jpg ^ 20030711\_102032...jpg ^ 19970891\_102032...jpg ^ 19970509\_102032...jpg ^ Mostrar todo ✕

# MOTO DE BANCO

← → ↻ [www.ebay.com/bhp/red-wing-lathe](http://www.ebay.com/bhp/red-wing-lathe) ☆ ⋮



**Red Wing 26A Dental Lab Lathe Restoration Equipment Polishing - 115V**  
**\$249.99**  
¡Cómpralo ahora!

Red Wing 26A Dental Lab Lathe Restoration Equipment Polishing - 115V used but still works great low and high.

# MOTOR PARA IMPLANTES

← → ↻ Es seguro <https://spanish.alibaba.com/product-detail/surgic-xt-plus-micromotor-dental-implant-system-implant-motor-60484474074.html> ☆ ⋮

Identificarse | Registrarse gratis | Mi Alibaba ▼ Para compradores Para proveedores | Ayuda ▼ Español ▼

 Origen Todos Destino Todos Productos  🔍 Buscar Obtener ofertas

Página Principal > Salud y Medicina > Dispositivos Médicos > Equipo Dental > Torno Dental y Accesorios (31468) Multi-Language Sites ▼

Productos ▼ Detalles de la Empresa ▼ Datos de Contacto



**Sistema de Implantes Dentales Surgic XT Plus Micromotor motor implante**

Precio FOB: US \$ 3500-4500 / Unidad | [¿Lo has visto más barato?](#)

Puerto: guangzhou, shanghai, ningbo, tianjin, zhengzhou

Cantidad de pedido mínima: 1 Unidad/es

Capacidad de suministro: 50000 Unidad/es por Mes

Condiciones de pago: L/C,D/A,D/P,T/Western Union,MoneyGram,RMB

✉ Contactar

💬 Chatear

**Empresa Verificada**  
**Zhengzhou Kongsin Dental Trading Co., Ltd.**  
China (Continental) | Detalles

Tipo de negocio:  
**Empresa de Trading**

Evaluación:  
**93%** Respondido  
**5h** Media de respuesta

👤 **Mr. Peter Fu**  
🕒 Hora local: 11:01 Tue Jul 11

✓ 1-click y obtén presupuestos de otras empresas.  
[Obtener presupuestos>>](#)

Esperando a jssdk.cnzz.com...

# ILUMINACION

## LUMINARIA T8 4 LAMPARAS BALASTRO ELECTRONICO DE 32W



### 4PS24-4, 4PS24-6 2' x 4' Specification Grade Static Troffer / 4 or 6-Lamp T5, T5HO, T8

#### PHOTOMETRIC DATA

Test 14269 Test Date 3/31/06

##### LUMINAIRE DATA

Luminaire	4PS24-432G-FSA12 4PS Lensed Troffer 2' x 4' 4-Lamp White Troffer with Prismatic A12 Acrylic Lens
Ballast	REL-4P32-SC
Ballast Factor	0.88
Lamp	F32T8
Lumens per Lamp	2900
Total Input Watts	110
Mounting	Recessed
Shielding Angle	0° = 90 90° = 90
Spacing Criterion	0° = 1.22 90° = 1.27
Luminous Opening in Feet	Length: 3.81 Width: 1.81 Height: 0.00

##### ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Fixt.
0-30	3089	26.6	32.8
0-40	5004	43.1	53.1
0-60	8046	69.4	85.4
0-90	9418	81.2	100.0
0-180	9418	81.2	100.0

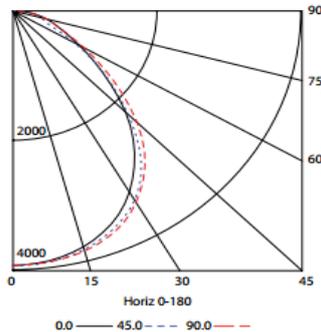
##### ENERGY DATA

Total Luminaire Efficiency	81.2%
Luminaire Efficacy Rating (LER)	75
IESNA RP-1-1993 Compliance	Noncompliant
Comparative Yearly Lighting Energy Cost per 1000 Lumens	\$3.20 based on 3000 hrs. and \$0.08 per KWH

##### COEFFICIENTS OF UTILIZATION (%)

RCR	80											70											50											0
	RW	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0												
1	89	85	82	79	87	84	81	78	80	78	76	69	65	71	67	64	59	55	51	47	45	45												
2	82	76	70	66	80	74	69	65	71	67	64	59	55	51	47	45	45	45	45	45	45	45												
3	75	67	61	56	73	66	60	56	64	59	55	51	47	45	45	45	45	45	45	45	45	45												
4	69	60	54	48	67	59	53	48	57	52	47	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45												
5	64	54	47	42	62	53	47	42	52	46	42	39	35	31	27	25	25	25	25	25	25	25												
6	59	49	42	37	58	48	42	37	47	41	37	35	31	27	25	25	25	25	25	25	25	25												
7	55	45	38	33	54	44	38	33	43	37	33	31	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25												
8	52	41	34	30	50	40	34	30	39	34	30	28	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25												
9	48	38	31	27	47	37	31	27	36	31	27	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25												
10	45	35	29	25	44	35	29	25	34	28	24	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23												

##### INDOOR CANDELA PLOT



##### AVG. LUMINANCE (Candela/Sq. M.)

Average Luminance Angle	0.0	22.5	45.0	67.5	90.0
0	6142	6142	6142	6142	6142
30	5825	5915	6090	6151	6159
40	5296	5367	5546	5719	5793
45	4883	4865	4995	5238	5384
50	4315	4310	4410	4684	4798
55	3788	3715	3788	4038	4169
60	3322	3034	3053	3265	3553
65	2981	2493	2364	2652	3058
70	2861	2387	2108	2451	2857
75	2913	2545	2479	2539	2925
80	2975	2831	2921	2831	2957
85	3313	3170	3206	3098	3098

RCR = Room Cavity Ratio

RC = Effective Ceiling Cavity Reflectance RW = Wall Reflectance

## LED 4X32-40

# Columbia LIGHTING

# LSER24 2' x 4', Serrano® LED Architectural Luminaire

## PHOTOMETRIC DATA

### LUMINAIRE DATA

Luminaire	LSER24-35LWG-C-EU
	LSER Serrano LED, Recessed Architectural
	2 x 4 led with Contour center lens and linear prisms side lenses
Ballast	X1040C110V05054B5T1
Ballast Factor	1.00
Lamp	LED
Fixture Lumens	4033
Watts	34.10
Mounting	Recessed
Shielding Angle	0° = 90° 90° = 90°
Spacing Criterion	0° = 1.15 90° = 1.37
Luminous Opening in Feet	Length: 3.83 Width: 1.83 Height: 0.00

Test 16731 Test Date 9/1/16

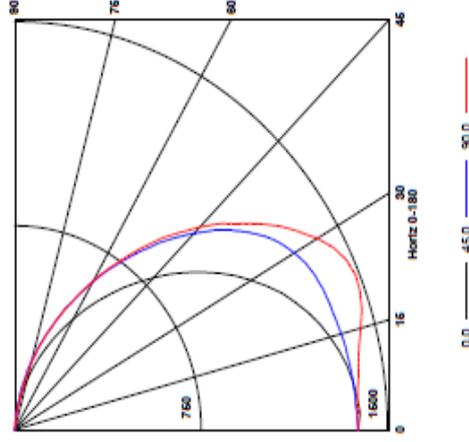
### ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Fixt.
0-30	1132	28.1	28.1
0-40	1873	46.5	46.5
0-60	3259	80.8	80.8
0-90	4033	100.0	100.0
0-180	4033	100.0	100.0

### AVG. LUMINANCE (Candela/Sq. M.)

Average Luminance Angle	0.0	22.5	45.0	67.5	90.0
0	2122	2122	2122	2122	2122
30	1947	2030	2304	2474	2493
40	1802	1945	2283	2366	2366
45	1716	1887	2217	2287	2287
50	1632	1818	2136	2198	2193
55	1537	1732	2032	2094	2064
60	1441	1640	1923	1975	1944
65	1348	1534	1813	1853	1806
70	1239	1423	1688	1724	1670
75	1127	1294	1555	1578	1507
80	991	1159	1406	1467	1044
85	740	952	811	617	476

### INDOOR CANDELA PLOT



# LUMINARIA 3 LAMPARAS T8 DE 17 W

5PA22 2' x 2' SPECIFICATION GRADE AIR HANDLING TROFFER / 2, 3, OR 4-LAMP T5, T5HO, T8, TT, U-BENT

**Columbia**  
LIGHTING

**5PA22**

2' x 2' Specification Grade Air Handling Troffer / 2, 3, or 4-Lamp T5, T5HO, T8, TT, U-Bent

### PHOTOMETRIC DATA

Test 14505 Test Date 1/30/07

#### LUMINAIRE DATA

Luminaire	SPA22-317G-FAA12-3E-PAF SPA Lensed Troffer 2' x 2' 3-Lamp with Acrylic A-12 Prismatic Lens
Ballast	REL-3P32-5C
Ballast Factor	0.99
Lamp	F17T8
Lumens per Lamp	1300
Total Input Watts	44
Mounting	Recessed
Shielding Angle	0° = 90 90° = 1.32
Spacing Criterion	0° = 1.18 90° = 1.32
Luminous Opening in Feet	Length: 1.68 Width: 1.71 Height: 0.00

#### ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Fxct.
0-30	842	21.6	31.9
0-40	1364	35.0	51.8
0-60	2235	57.3	84.8
0-90	2635	67.6	100.0
0-180	2635	67.6	100.0

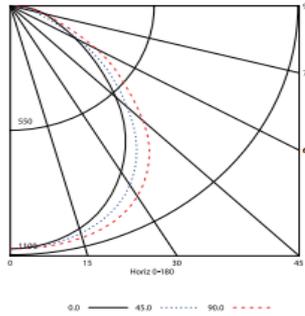
#### ENERGY DATA

Total Luminaire Efficiency	67.6%
Luminaire Efficacy Rating (LER)	59
ANSI/MESNA RP-1-2004 Compliance	Yes-VDT Normal Use
Comparative Yearly Lighting Energy Cost per 1000 Lumens	\$4.07 based on 3000 hrs. and \$0.08 per KWH

#### COEFFICIENTS OF UTILIZATION (%)

RC	80				70				50				0
	RW	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	0
1	74	71	68	66	72	70	67	65	67	65	63	58	0
2	68	63	58	55	66	61	58	54	59	56	53	49	0
3	62	56	50	46	61	55	50	46	53	49	45	42	0
4	57	50	44	40	56	49	44	40	47	43	39	37	0
5	53	45	39	35	52	44	39	35	43	38	34	32	0
6	49	40	35	31	48	40	34	30	39	34	30	28	0
7	46	37	31	27	44	36	31	27	35	30	27	25	0
8	43	34	28	24	42	33	28	24	32	28	24	23	0
9	40	31	26	22	39	31	26	22	30	25	22	20	0
10	37	29	24	20	37	28	23	20	28	23	20	19	0

#### INDOOR CANDELA PLOT



#### AVG. LUMINANCE (Candela/Sq. M.)

Average Luminance Angle	0.0	22.5	45.0	67.5	90.0
0	4020	4020	4020	4020	4020
30	3665	3755	3954	4123	4201
40	3306	3399	3639	3898	4050
45	3020	3110	3349	3619	3805
50	2687	2827	3049	3346	3468
55	2397	2522	2717	3044	3194
60	2151	2158	2293	2645	2855
65	1942	1809	1809	2154	2385
70	1873	1632	1424	1775	2038
75	1969	1650	1390	1665	1954
80	2028	1834	1705	1748	2028
85	2107	2193	1978	2064	2021

RCR = Room Cavity Ratio

RC = Effective Ceiling Cavity Reflectance RW = Wall Reflectance

#### DIMENSIONAL DATA

2' x 2' U-Lamp, Lay-In

#### CEILING COMPATIBILITY

Type G

Type SG

LED 3X17

**Columbia**  
LIGHTING

**LSER22**

2' x 2', Serrano® LED Architectural Luminaire

### PHOTOMETRIC DATA

Test 16705 Test Date 8/24/16

#### LUMINAIRE DATA

Luminaire	LSER22-35LWG-C-EU LSER Serrano LED, Recessed Architectural 2' X 2' LED Troffer w/ Contour Acrylic Refractor
Ballast	XI040C110V054BST1
Ballast Factor	1.00
Lamp	LED
Fixture Lumens	2466
Watts	24.30
Mounting	Recessed
Shielding Angle	0° = 90 90° = 90
Spacing Criterion	0° = 1.15 90° = 1.37
Luminous Opening in Feet	Length: 1.75 Width: 1.83 Height: 0.00

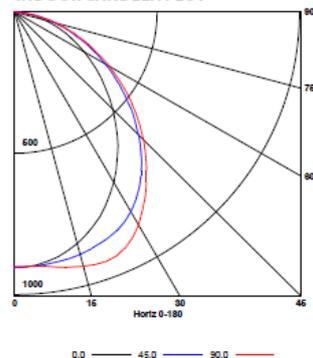
#### ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Fxct.
0-30	725	29.4	29.4
0-40	1184	48.0	48.0
0-60	2018	81.8	81.8
0-90	2466	100.0	100.0
0-180	2466	100.0	100.0

#### AVG. LUMINANCE (Candela/Sq. M.)

Average Luminance Angle	0.0	22.5	45.0	67.5	90.0
0	3032	3032	3032	3032	3032
30	2701	2818	3163	3338	3377
40	2453	2633	3045	3142	3159
45	2320	2524	2923	3009	3042
50	2170	2395	2792	2871	2902
55	2039	2268	2631	2731	2754
60	1902	2124	2467	2548	2588
65	1742	1949	2290	2370	2386
70	1602	1779	2093	2162	2201
75	1429	1597	1883	1948	1987
80	1200	1336	1684	1568	1529
85	848	926	1003	771	694

#### INDOOR CANDELA PLOT



# Columbia LIGHTING

# K4, K8 BI-PIN Heavy Duty Channel / 1 or 2-Lamp T8

## PHOTOMETRIC DATA

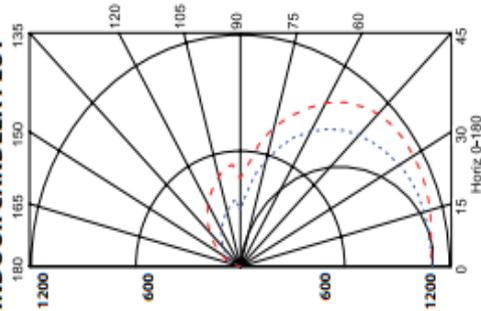
### LUMINAIRE DATA

Luminaire	K4-240-LE
Ballast	K Striplight
Ballast Factor	4' Pendant Mount Premium Striplight w/White Reflector
Lamp	R-2540
Lumens per Lamp	0.95
Watts	F40T12
Shielding Angle	3150
Spacing Criterion	85
Luminous Opening In Feet	N/A
	0° = 1.25 90° = 1.58
	Length: 4.00
	Width: 0.35
	Height: 0.00

### ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Fixt.
0-30	908	14.4	15.6
0-40	1547	24.6	26.6
0-60	3024	48.0	52.0
0-90	4650	73.8	80.0
90-120	831	13.2	14.3
90-130	990	15.7	17.0
90-150	1142	18.1	19.6
90-180	1164	18.5	20.0
0-180	5813	92.3	100.0

### INDOOR CANDELA PLOT



### COEFFICIENTS OF UTILIZATION (%)

RC	RW											
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	0
1	94	88	83	79	89	84	80	76	77	73	70	56
2	84	75	68	62	80	72	65	60	65	60	55	44
3	76	65	57	50	72	62	54	48	57	50	45	36
4	69	57	48	41	65	54	46	40	50	43	38	30
5	63	50	42	35	60	48	40	34	44	37	32	25
6	58	45	36	30	55	43	35	29	40	33	27	22
7	53	40	32	26	51	39	31	25	36	29	24	19
8	50	37	29	23	47	35	28	22	32	26	21	17
9	46	33	26	20	44	32	25	20	30	23	19	15
10	43	31	23	18	41	30	23	18	27	21	17	13

R<sub>C</sub> = Room Cavity Ratio

R<sub>W</sub> = Effective Ceiling Cavity Reflectance RW = Wall Reflectance

Test 11316 Test Date 1/8/03

### ENERGY DATA

Total Luminaire Efficiency	92.3%
Luminaire Efficacy Rating (LER)	65
IESNA RP-1-1993 Compliance	Non-Compliant
Comparative Yearly Lighting Energy Cost per 1000 Lumens	\$3.69 based on 3000 hrs. and \$0.08 per KWH

### AVG. LUMINANCE (Candela/Sq. M.)

Average Luminance Angle	0.0	22.5	45.0	67.5	90.0
0	8457	8457	8457	8457	8457
30	8283	8638	9348	9943	10174
40	8029	8742	9997	11050	11414
45	7916	8818	10471	11732	12156
50	7691	8971	11004	12464	12942
55	7440	9115	11635	13364	13927
60	7104	9395	12394	14378	15039
65	6695	9806	13463	15700	16446
70	6115	10386	14769	17534	18546
75	5347	11318	16933	20795	22191
80	4428	13150	21474	27098	28957
85	3088	18879	33347	43492	47109

# Columbia LIGHTING

# LHG 2' x 4' Recessed Fluorescent High Bay / 4, 6-Lamp T5, T5HO, T8

## PHOTOMETRIC DATA

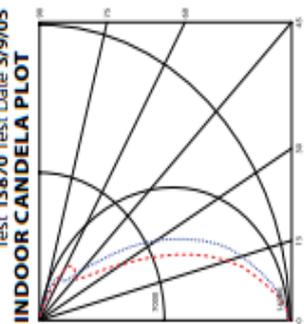
LUMINAIRE DATA	
Luminaire	LHG24-654G-MAR-24EP
	2' x 4' 6-Lamp with MICRO4 Aluminum Reflectors
Ballast	ICN455490C2LS
Ballast Factor	1.00
Lamp	F54T5HO
Lumens per Lamp	4450
Total Input Watts	327
Shielding Angle	0° = 90 90° = 90
Spacing Criterion	0° = 1.23 90° = 0.78

AVG. LUMINANCE (Candela/Sq. M.)	
0	20079
30	19257
40	18424
45	17817
50	17074
55	16161
60	15043
65	13709
70	12006
80	6590
85	2067

ZONAL LUMEN SUMMARY	
Zone	Lumens   % Lamp   % Fixt.
0-30	4127 23.2 401
0-40	6131 34.4 59.6
0-60	8983 50.5 87.3
0-90	10289 57.8 100.0
0-180	10289 57.8 100.0

COEFFICIENTS OF UTILIZATION (%)	
RC	70 50 30 10 70 50 30 10 50 30 10 0
RW	1 94 90 87 84 91 88 85 83 85 82 80 74
2	86 80 75 71 84 79 74 70 76 72 68 64
3	80 72 66 61 78 70 65 60 68 63 59 55
4	74 65 58 53 72 63 57 52 61 56 52 49
5	68 58 52 47 67 58 51 46 56 50 46 43
6	64 53 46 42 62 53 46 41 51 45 41 39
7	59 49 42 37 58 48 42 37 47 41 37 35
8	56 45 39 34 54 45 38 34 44 38 34 32
9	52 42 35 31 51 41 35 31 40 35 31 29
10	49 39 33 29 48 39 33 29 38 32 28 27

ENERGY DATA	
Total Luminaire Efficiency	84.7%
Luminaire Efficacy Rating (LER)	69
ANSI/MESNA RP-1-2004 Compliance	Non-Compliant
Comparative Yearly Lighting Energy Cost per 1000 Lumens	\$3.48 based on 3000 hrs. and \$0.08 per KWH



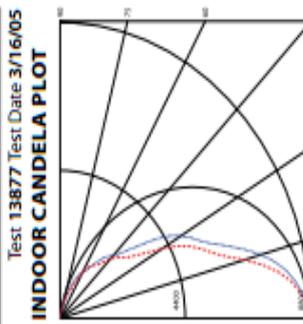
LUMINAIRE DATA	
Luminaire	LHG24-632GH-MAR-3E
	2' x 4' 6-Lamp with MICRO4 Reflectors
Ballast	REL-2P32-SC
Ballast Factor	0.88
Lamp	F32T8
Lumens per Lamp	2900
Total Input Watts	170
Shielding Angle	0° = 0 90° = 0
Spacing Criterion	0° = 1.22 90° = 0.80

AVG. LUMINANCE (Candela/Sq. M.)	
0	12642
30	11998
40	11425
45	11030
50	10520
55	9867
60	9039
65	7983
70	6654
80	3610
85	2034

ZONAL LUMEN SUMMARY	
Zone	Lumens   % Lamp   % Fixt.
0-30	12642 126.42 126.42
0-40	11998 119.98 119.98
0-60	11425 114.25 114.25
0-90	11030 110.30 110.30
0-180	10289 102.89 102.89

COEFFICIENTS OF UTILIZATION (%)	
RC	70 50 30 10 70 50 30 10 50 30 10 0
RW	1 94 91 87 85 92 89 86 83 85 83 81 74
2	87 80 75 71 85 79 74 70 76 72 69 64
3	80 72 66 61 78 71 65 60 68 63 59 55
4	74 65 58 53 72 63 57 52 61 56 52 49
5	68 58 51 46 67 58 51 46 56 50 46 43
6	64 53 46 41 62 52 46 41 51 45 41 38
7	59 49 42 37 58 48 42 37 47 41 37 35
8	56 45 38 34 54 44 38 33 43 37 33 31
9	52 42 35 31 51 41 35 31 40 34 30 29
10	49 39 32 28 48 38 32 28 37 32 28 26

ENERGY DATA	
Total Luminaire Efficiency	84.7%
Luminaire Efficacy Rating (LER)	69
ANSI/MESNA RP-1-2004 Compliance	Non-Compliant
Comparative Yearly Lighting Energy Cost per 1000 Lumens	\$3.48 based on 3000 hrs. and \$0.08 per KWH



T12 4 LAMPARAS DE 40 W

2' x 4' RECESSED FLUORESCENT HIGH BAY / 4, 6-LAMP T5, T5HO, T8

# LUMINARIA T8 4 LAMPARAS DE 18 W

**Columbia**  
LIGHTING

**STS22**  
2' x 2' Stratus® Recessed Indirect Side Basket / 2 or 4-Lamp T5, T5HO, T8, TT

## PHOTOMETRIC DATA

Test 13148 Test Date 5/17/02

### LUMINAIRE DATA

Luminaire	STS22-217G-MPO-E
	2' x 2' 2-Lamp with Perforated Metal Side Baskets with Overlay
Ballast	REL2P325C
Ballast Factor	0.87
Lamp	F17T8
Lumens per Lamp	1400
Watts	34
Shielding Angle	0° = 90 90° = 90
Spacing Criterion	0° = 1.19 90° = 1.27
Luminous Opening in Feet	Length: 1.92 Width: 1.88 Height: 0.00

### ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Fixt.
0-30	408	14.6	26.2
0-40	664	23.7	42.6
0-60	1175	42.0	75.4
0-90	1558	55.6	100.0
0-180	1558	55.6	100.0

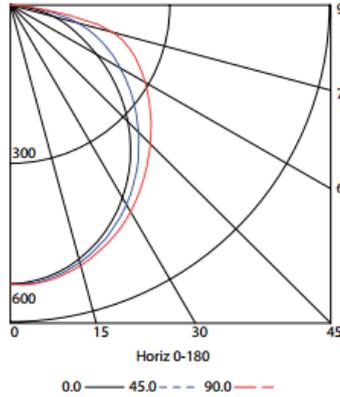
### ENERGY DATA

Total Luminaire Efficiency	55.6%
Luminaire Efficacy Rating (LER)	40
IESNA RP-1-1993 Compliance	Noncompliant
Comparative Yearly Lighting Energy Cost per 1000 Lumens	\$6.00 based on 3000 hrs. and \$0.08 per KWH

### COEFFICIENTS OF UTILIZATION (%)

RC	80				70				50				0					
	RW	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	0	70	50	30	10	0
1	60	57	55	53	59	56	54	52	54	52	50	46						
2	54	50	46	42	53	49	45	42	47	43	41	38						
3	49	43	39	35	48	42	38	35	41	37	34	31						
4	45	38	33	29	44	38	33	29	36	32	29	27						
5	42	34	29	25	40	34	29	25	32	28	25	23						
6	38	31	26	22	37	30	25	22	29	25	22	20						
7	36	28	23	19	35	27	23	19	27	22	19	18						
8	33	25	21	17	32	25	20	17	24	20	17	16						
9	31	23	19	16	30	23	19	15	22	18	15	14						
10	29	22	17	14	28	21	17	14	21	17	14	13						

### INDOOR CANDELA PLOT



### AVG. LUMINANCE (Candela/Sq. M.)

Average Luminance Angle	0.0	22.5	45.0	67.5	90.0
0	1580	1580	1580	1580	1580
30	1457	1477	1508	1546	1563
45	1374	1401	1464	1535	1577
50	1267	1318	1429	1554	1610
55	1201	1269	1425	1591	1664
60	1127	1223	1431	1652	1753
65	1058	1178	1461	1750	1884
70	1029	1142	1500	1901	2084
75	1002	1106	1544	2062	2327
80	859	962	1443	1889	2009
85	582	650	890	1129	1266

RCR = Room Cavity Ratio

RC = Effective Ceiling Cavity Reflectance RW = Wall Reflectance

## CAMBIO DE HALÓGENAS

**Columbia**  
LIGHTING

**LLHV**  
VersaBay® High Bay / LED

## PHOTOMETRIC DATA

Test #16765 Test Date 8/5/2016

### LUMINAIRE DATA

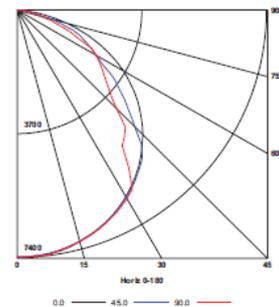
Luminaire	LLHV4-50M-WST-EU LLHV VersaBay LED High Bay, Industrial 16" x 48" LED with white reflector
Ballast Driver	XI190C275V054B5G1
Ballast Factor	1.00
Lamp	LED
Fixture Lumens	20341
Watts	138.40
Mounting	Pendant
Shielding Angle	0° = 90 90° = 90
Spacing Criterion	0° = 1.29 90° = 1.30
Luminous Opening in Feet	Length: 3.92 Width: 1.25 Height: 0.00

### ENERGY DATA

Total Luminaire Efficiency	100.0%
Total Lumens per Watt	147
ANSI/IESNA RP-1-2004 Compliance	Noncompliant
Comparative Yearly Lighting Energy Cost per 1000 Lumens	\$1.63 based on 3000 hrs. and \$0.08 per KWH

### ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Fixt.
0-30	5845	28.7	28.7
0-40	9617	47.3	47.3
0-60	16570	81.5	81.5
0-90	20341	100.0	100.0
0-180	20341	100.0	100.0



Test #16767 Test Date 8/15/2016

### LUMINAIRE DATA

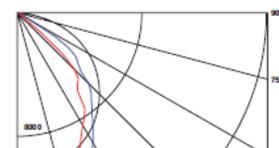
Luminaire	LLHV4-50H-NST-EU LLHV VersaBay LED High Bay, Industrial 16" x 48" LED with specular reflector
Ballast Driver	XI095C275V054DNF1
Ballast Factor	1.00
Lamp	LED
Fixture Lumens	25952
Watts	194.50
Mounting	Pendant

### ENERGY DATA

Total Luminaire Efficiency	100.0%
Total Lumens per Watt	133
ANSI/IESNA RP-1-2004 Compliance	Noncompliant
Comparative Yearly Lighting Energy Cost per 1000 Lumens	\$1.79 based on 3000 hrs. and \$0.08 per KWH

### ZONAL LUMEN SUMMARY

Zone	Lumens	% Lamp	% Fixt.
------	--------	--------	---------



# ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

## CARACTERISTICAS DE AIRE ACONDICIONADOS

### NEO & NEH 60HZ Piso Techo

NUMERO DE MODELO		NEO24SCG	NEH24SCG	NEQ36SCG	NEH36SCG	NEQ48SCG	NEH48SCG	NEO60SCG	NEH60SCG
Capacidad	Btu/h	24000	24000	36000	36000	48000	48000	60000	60000
Clasificación de Corriente	A	11.4	11.4	16	16	23	23	29	29
SEER	Btu/W/h	10	10	10	10	10	10	10	10
Capacidad	Btu/h	-	26400	-	39600	-	52000	-	65000
Clasificación de Corriente	A	-	12.05	-	18.1	-	22.3	-	28.2
Suministro de corriente	PH-V-HZ	1PH 208-230V-60/50HZ							
Tipo		Centrifugo							
Ventilador	Número	4	4	4	4	4	4	4	4
	Diámetro x Longitud	Ø5x 5.25							
	Impulso	Directo							
	Cantidad	1	1	1	1	1	1	1	1
	Salida	50	50	50	50	180	180	180	180
	RLA	0.35	0.35	0.35	0.35	1.8	1.8	1.8	1.8
	LRA	0.72	0.72	0.72	0.72	3.5	3.5	3.5	3.5
	Capacitador	4	4	4	4	10	10	10	10
	Velocidad (Alto/Medio/Bajo)	1560/1400/1340							
	Aletas por pulgada	15	15	15	15	15	15	15	15
	Area de cara	2.2							
	Tamaño del Serpentin (Ancho x Altura x Profundidad)	40.7x7.5x1.5							
	Tipo de Aleta	aluminio hidrófilo							
	Número de Hileras	3	3	4	4	Φ	3	3	3
	Diam. Ext. del tubo y tipo	7 ranurados interiormente							
	Flujo de Aire (Alto/Medio/Bajo)	688/677/665							
	Nivel de Ruido (Alto/Medio/Bajo)	45/43/40							
	Dimensiones del Cuerpo (Ancho x Altura x Profundidad)	54X26.4X8.3							
	Tubería de Conexión (gas/líquido)	5/8" / 3/8"							
	Peso (Neto/Bruto)	70/77		83/90				92/112	

## ACONDICIONADORES NUEVOS

Cooling	Capacity	Btu/h	18000	24000	36000	48000
	<b>EER</b>		<b>12.5</b>	<b>12.5</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
	<b>SEER</b>		<b>20</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>17.8</b>
Heating	Capacity	Btu/h	12000	25000	38000	50000
	HSPF		10.5	11	10.0	11
Indoor fan motor	Qty		1	1	1	2
	Input	W	55	55	115	90
	RLA	A	1	2	1.5	1.8
	Speed (Hi/Med/Lo)		r/min	950/850/750	1350/1260/1120	1300/1150/800
Indoor air flow (Hi/Med/Lo)		CFM	578/521/465	880/770/650	970/820/560	1350/1120/1000
Indoor noise level (sound pressure) (Hi/Med/Lo)		dB(A)	47/44/39	53/49/45	55/48/41	57/54/52
Indoor Unit	Dimension (WxDxH)	inch	42.05x26.57x9.25	42.05x26.57x9.25	50.59x26.57x9.25	64.96x26.57x9.25
	Packing (WxDxH)	inch	45.08x29.72x12.32	45.08x29.72x12.32	53.54x29.72x12.32	67.91x29.72x12.32
	Net/Gross weight		lbs.	55.12/65.48	55.12/66.14	66.14/77.16
Design pressure		PSIG	550/340 PSIG	550/340 PSIG	550/340 PSIG	550/340 PSIG
Drainage water pipe diameter		inch	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
Refrigerant piping	Liquid side/ Gas side	inch	1/4"/1/2"	3/8"/5/8"	3/8"/5/8"	3/8"/5/8"
	Control type		Remote control	Remote control	Remote control	Remote control
Room temperature	Cooling	°F	62-90	62-90	62-90	62-90
	Heating	°F	32-86	32-86	32_86	32-86
Operating Temperature		°F	62-86	62-86	62-86	62-86

22 View our entire line at: [www.comfortstarusa.com](http://www.comfortstarusa.com) | Email us at: [info@comfortstarusa.com](mailto:info@comfortstarusa.com)

## CLORODIFLUOROMETANO (R-22)

**14.7. Transporte de granel según anexo II del tratado MARPOL 73/78 y según código IBC**

**Información general** : No aplica.

### SECCIÓN 15: Información reglamentaria

**15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla**

**Legislación UE** :

**Restricciones** :

: El uso de la sustancia puede exigir su registro y autorización (Reqlamento 1005/2009)

**Seveso directiva 96/82/EC** : No esta cubierto.

**Legislación Nacional** :

**Información general** : Asegúrese que se cumplen las normativas nacionales y locales.

**15.2. Evaluación de la seguridad química**

**Información general** : Este producto bien esta exento de REACH por no superar los limites minimos de volumen que exigen un CSR ,ó bien no se ha desarrollado un CSA .

### SECCIÓN 16: Otra información

**Enumeración de los cambios** : Hoja de datos de seguridad revisada de acuerdo con la regulación de la Comisión (UE) N°453/2010.

**Consejos relativos a la formación** : El riesgo de asfixia es a menudo despreciado y debe ser recalcado durante la formación de los operarios.  
Recipiente a presión.

**Etiquetado 67/548 CE o 1999/45 CE** :

• **Símbolo(s)** :



N : Peligroso para el medio ambiente.

• **Frase(s) R** :

: R59 : Peligroso para la capa de ozono.

• **Frase(s) S** :

: S59 : Remitirse al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación/reciclado.

**Lista del texto completo de Frases-R en la sección 3**

: R59 : Peligroso para la capa de ozono.

**Lista del texto completo de declaraciones-H en la sección 3.**

: H420 - Peligroso para la capa de ozono.

**Origen de la información** :

: La presente Ficha de Datos de Seguridad está establecida de acuerdo con las Directivas Europeas en vigor .

**Notas**

: Nota 1:

Figura en la lista del Anexo IV / V de REACH, exento de solicitud de registro.

Nota 2:

No ha expirado el plazo límite de solicitud de registro.

Nota 3:

No exige su registro. Sustancias fabricadas o importadas < 1t/y.

**Otras advertencias**

: Antes de utilizar el producto en un nuevo proceso o experimento, debe llevarse a cabo un estudio completo de seguridad y de compatibilidad de los materiales.

Los detalles dados son ciertos y correctos en el momento de llevarse este documento a impresión.

A pesar de que durante la preparación de este documento se ha tomado especial cuidado, no se acepta ninguna

## BOMBAS Y COMPRESORES



### WARNING

Do not modify this equipment. Modification will void the warranty and could result in serious injury.

### Specifications

	CV-101 FS	CV-102 FS
<b>Motor</b>		
<b>Power Rating:</b>	1 HP	2 HP
<b>Voltage:</b>	115/208/230	208/230
<b>Amps (each motor):</b>	15/7.5/7.5	15/15
<b>Cycle:</b>	60 Hz.	
<b>Phase:</b>	Single	
<b>Running Speed:</b>	3450 RPM	
<b>Ambient Temperature Range:</b>	10-40°C/50-104°F	
<b>Wire Size:</b>	12 GA.	
<b>Vacuum</b>		
<b>Mercury Pull (Sealed Sys.):</b>	Approx. 20-25" Hg. Adjust.	
<b>Usable CFM:</b>	15	30
<b>Use factor (Number of high-volume hoses open simultaneously):</b>	1.5	3
<b>Gauge Accuracy:</b>	ASME/ANSI B40.1 Grade B (+/- 3/2/3%)	
<b>Water Requirements</b>		
<b>Gallons Per Minute:</b>	1/2	1
<b>Dimensions</b>		
<b>Height:</b>	16"	20"
<b>Width:</b>	12"	14"
<b>Depth:</b>	9"	11"

### Classification

- Type of protection against electric shock: Class 1 Equipment
- Degree of protection against the ingress of water: Ordinary
- Equipment not suitable for use in the presence of a flammable anesthetic mixture with air or with oxygen or nitrous oxide.
- Mode of operation: Continuous
- **Recommended Temperature ranges:**
  - Operating Temperature range within 10- 40° C/ 50-104° F
  - Operating Relative Humidity Range: 0-95%. No condensing moisture.
  - Operating Atmospheric pressure range: 63-105 kPa
  - Transport/storage temperature range within -40°C to 70°C/-40° to 158°F
  - Relative humidity range for transportation and storage within 10% to 100%
  - Atmospheric pressure range for transportation and storage within 50 - 105 kPa

### Explanation of Symbols used on Equipment



= Attention, Consult Accompanying Documents



= Protective Earth Terminal



= Caution. Electrical Shock Hazard. Refer Servicing to Qualified Personnel



= Hot Surface



= European Certification

The authorized European representative is:  
DentalEZ (GB) Ltd., Cleveland Way  
Hemel Hempstead, Hertfordshire, HP2 7DY, England  
Phone: (01442) 269301  
Attn: Mr. Andy King

## Specifications: 60 Hz Horsepower Rated

### 1100eV - 15 Horsepower

Model	1107eV	1109eV	1110eV	1112eV
<b>Compressor Performance*</b>				
Full Load Pressure - psig	100	125	150	175
Capacity at Full Load Pressure (acfm)	69.2	59.1	50.6	42.4
<b>Motor (horsepower)</b>	15	15	15	15
<b>Dimensions &amp; Weights w/Enclosure – Uncrated (Crated)</b>				
Length - inches	53.2 (60)	53.2 (60)	53.2 (60)	53.2 (60)
Width - inches	31.5 (40.5)	31.5 (40.5)	31.5 (40.5)	31.5 (40.5)
Height - inches	53.2 (62)	53.2 (62)	53.2 (62)	53.2 (62)
Weight - lbs.	1078 (1308)	1078 (1308)	1078 (1308)	1078 (1308)
Discharge Connection - In. NPT	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Moisture Drain Connection - In. NPT	1/4	1/4	1/4	1/4
<b>dBA Ratings at 1 Meter (Typical)</b>				
Air-cooled w/enclosure	66	66	66	66

### 1500eV - 20 Horsepower

Model	1507eV	1509eV	1510eV	1512eV
<b>Compressor Performance*</b>				
Full Load Pressure - psig	100	125	150	175
Capacity at Full Load Pressure (acfm)	91.9	80.9	69.6	61.8
<b>Motor (horsepower)</b>	20	20	20	20
<b>Dimensions &amp; Weights w/Enclosure – Uncrated (Crated)</b>				
Length - meters	53.2 (60)	53.2 (60)	53.2 (60)	53.2 (60)
Width - meters	31.5 (40.5)	31.5 (40.5)	31.5 (40.5)	31.5 (40.5)
Height - meters	53.2 (62)	53.2 (62)	53.2 (62)	53.2 (62)
Weight - kgs	1132 (1362)	1132 (1362)	1132 (1362)	1132 (1362)
Discharge Connection - In. NPT	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Moisture Drain Connection - In. NPT	1/4	1/4	1/4	1/4
<b>dBA Ratings at 1 Meter (Typical)</b>				
Air-cooled w/enclosure	66.5	66.5	66.5	66.5

### 1800eV - 25 Horsepower

Model	1807eV	1809eV	1810eV	1812eV
<b>Compressor Performance*</b>				
Full Load Pressure - psig	100	125	150	175
Capacity at Full Load Pressure (acfm)	113.8	99.8	90.2	81.3
<b>Motor (horsepower)</b>	25	25	25	25
<b>Dimensions &amp; Weights w/Enclosure – Uncrated (Crated)</b>				
Length - meters	53.2 (60)	53.2 (60)	53.2 (60)	53.2 (60)
Width - meters	31.5 (40.5)	31.5 (40.5)	31.5 (40.5)	31.5 (40.5)
Height - meters	53.2 (62)	53.2 (62)	53.2 (62)	53.2 (62)
Weight - kgs	1156 (1386)	1156 (1386)	1156 (1386)	1156 (1386)
Discharge Connection - In. NPT	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Moisture Drain Connection - In. NPT	1/4	1/4	1/4	1/4
<b>dBA Ratings at 1 Meter (Typical)</b>				
Air-cooled w/enclosure	67	67	67	67

All models available in 460V and 575V

\*Capacity per CAGI / PNEUROF / N2OPTIC2 (Area C to ISO 1217.)

NOTE: Data subject to change without notice.

# CORRIENTE COMPUTADORA

## Especificaciones del monitor

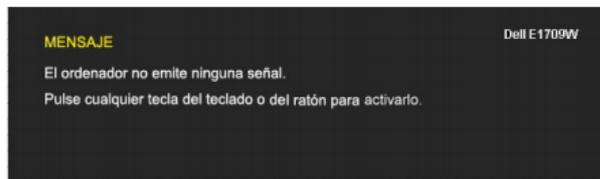
Las secciones siguientes le ofrecen información acerca de los distintos modos de administración de energía y asignación de terminales para los diferentes conectores del monitor.

### Modos de gestión de la corriente

Si ha instalado en su PC una tarjeta de gráficos o software de VESA compatible con DPM, el monitor puede reducir automáticamente el consumo de energía cuando no se use. Esto se denomina *Modo de ahorro de energía*. Si el equipo detecta una entrada desde el teclado, ratón u otros dispositivos de entrada, el monitor podrá cambiar automáticamente su funcionamiento. La tabla a continuación le muestra el consumo de energía y los símbolos de esta función automática de ahorro de energía:

Modos VESA	Sincronización horizontal	Sincronización vertical	Vídeo	Indicador de energía	Consumo de energía
Funcionamiento normal	Activo	Activo	Activo	Blanco	20(normal)/25 W (máx)
Modo activo desconectado	No activo	No activo	Vacío	Ámbar	Menos de 2 W
Apagar	-	-	-	Apagado	Menos de 1 W

El menú OSD sólo funcionará en el modo de *funcionamiento normal*. Si se pulsa cualquier botón, excepto el de encendido, en el modo Activo desactivado, se mostrarán los siguientes mensajes:



Active el equipo y el monitor para obtener acceso al [OSD](#).

**NOTA:** El monitor de panel plano E1709W cumple las normas TCO99 y ENERGY STAR®.



Sólo puede alcanzarse un nivel de consumo de energía cero desconectando el cable de alimentación de la pantalla.

## Impresora

### FICIO MP 4001 escáner

Más información		
Dimensiones (An X Al X Pr)	670x910x677 mm	
Peso	85 kg	91
Compatibilidad con sistemas operativos	Windows, Linux, Mac OS	
Visualización de la información	El panel LCD	
Consumo de energía (en funcionamiento)	1320 W	91
Consumo de energía (en espera)	120 W	90
Interfaces		
Interfaces	Ethernet (RJ-45), USB 2.0	

<p><b>Especificaciones</b></p> <p><a href="#">Soluciones de flujo de trabajo</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Aficio™MP 301SP</a></li> <li>- <a href="#">MP 305+SP</a></li> <li>- <a href="#">MP 305+SPF</a></li> <li>- <a href="#">MP 2001SP</a></li> <li>- <a href="#">MP 2554ZSP</a></li> <li>- <a href="#">MP 3054</a></li> <li>- <a href="#">MP 3054SP</a></li> <li>- <a href="#">MP 3054ZSP</a></li> <li>- <a href="#">MP 3554SP</a></li> <li>- <a href="#">MP 3554ZSP</a></li> </ul> <p>▶ <a href="#">Color</a></p>	<b>Tamaño papel</b>	<i>Bandeja papel estándar</i>	A5 - A4	
			<i>Bandeja(s) de papel A4 opc.</i>	
			<i>Bandeja bypass</i>	A6 <sup>2</sup> - A4
			<i>Bandeja dúplex</i>	A5 - A4
	<b>Gramaje papel</b>	<i>Bandejas de papel</i>	60 - 90 g/m <sup>2</sup>	
		<i>Bandeja(s) de papel</i>	60 - 90 g/m <sup>2</sup> opc.	
		<i>Bandeja bypass</i>	60 - 157 g/m <sup>2</sup>	
		<i>Bandeja dúplex</i>	64 - 90 g/m <sup>2</sup>	
	<b>Doble cara</b>		Estándar	
	<b>Dimensiones (An x La x Al)</b>		485 x 450 x 481 mm	
<b>Peso</b>		Menos de 29 kg (con ARDF)		
<b>Fuente de energía</b>		220 - 240 V, 50 - 60 Hz		
<b>Consumo de energía</b>	<i>Máximo</i>	Menos de 930 kW		
<b>IMPRESORA</b>				
<b>CPU</b>		RM5231 400MHz		
<b>Velocidad de impresión</b>		20 páginas por minuto		
<b>Lenguaje de la impresora</b>	<i>Estándar</i>	PCL5e, PCL6, PostScript® 3™		

**Recursos**

 [PDF Download](#) (1.546 KB)

▶ [Solicitar información](#)

▶ [Descargas](#)

▶ [Knowledge Base](#)

▶ [Glosario](#)

# AHORROS

## COMPUTADORAS E IMPRESORAS

Office Equipment Calculator 2 - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer? Compartir

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición

### Savings Calculator for ENERGY STAR Qualified Office Equipment

This calculator was developed by U.S. EPA and DOE to estimate the energy consumption and operating costs of office equipment and the savings with ENERGY STAR. New ENERGY STAR qualified products are compared to the average available non-qualified new products. Actual savings may vary based on use and other factors. See [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov) for information on other ENERGY STAR products. See [www.energystar.gov/rebate-finder](http://www.energystar.gov/rebate-finder) to find utility incentives for these products by entering your zip code. Enter these incentives in the "utility incentive" fields below.

**Where will your equipment be used?**

Commercial or residential use: Commercial  
 Location: U.S. average commercial electric rate is \$0.128/kWh. If you know your own rate, enter it below.  
 Electric rate (\$/kWh): \$0.095

**What office equipment are you planning to purchase? Enter quantities below, then either fill in product information or use the defaults.**

Computer	Quantity	Performance level	Portion of units turned off at night	Portion of units with sleep settings / low power mode enabled	Additional cost per unit for ENERGY STAR qualified model
Desktop	295	Medium	50%	50%	\$50
Laptop	0				

Display	Quantity	Diagonal screen size (inches)	Portion of units turned off at night	Portion of units with sleep settings / low power mode enabled	Additional cost per unit for ENERGY STAR qualified model
Computer Monitor	0				

LISTO

Office Equipment Calculator 2 - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer? Compartir

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición

Desktop	0	Fast equipment (100/100/100)			
Conference	0				
<b>Multifunction Device</b>	<b>Quantity</b>	<b>Type</b>	<b>Speed (images per minute)</b>	<b>Wireless capability</b>	<b>Additional cost per unit for ENERGY STAR qualified model</b>
Standard format	0	Color Copier	100	Yes	\$0
Large format	0	HP Jet	40/40/40/40	Yes	\$0
<b>Printer</b>					
Standard format	9	Laser monochrome	40	No	\$0
Small format	0		40/40/40/40	Yes	\$0
Large format	0		40/40/40/40	Yes	\$0
<b>Copier</b>					
Standard format	2	N/A	40	N/A	\$0
Large format	0		40/40/40/40	Yes	\$0
<b>Fax Machine</b>					
	0			Yes	\$0
<b>Scanner</b>					
	0		40/40/40/40	Yes	\$0

[Click here to go to the RESULTS tab and see your savings.](#)

For more detail on the formulae and values used in this calculator, click on the gray tabs at bottom of the page.

LISTO

Office Equipment Calculator (1) - Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición

K6

	Commercial	Residential	ENERGY STAR
Portion turned off at night	36%	76%	50%
Portion with sleep enabled	8%	10%	50%

Assumptions - users can edit the highlighted cells to modify the assumptions

Performance Level (see detailed descriptions below)	Conventional			ENERGY STAR		
	Idle wattage (W)	Sleep wattage (W)	Off wattage (W)	Idle wattage (W)	Sleep wattage (W)	Off wattage (W)
Low	33.80	2.83	1.01	15.45	1.27	0.78
Medium	48.11	2.31	0.36	27.11	1.80	0.81
High	53.84	2.70	1.07	21.54	2.47	0.87
Selected	48.77	2.37	0.36	27.77	1.80	0.87

Operation Profile	Commercial use			Residential use		
	Annual idle hours	Annual sleep hours	Annual off hours	Annual idle hours	Annual sleep hours	Annual off hours
Power managed, Turned off	303	1,104	6,854	1,053	1,441	6,461
Not power managed, Turned off	1,306	0	6,854	2,230	0	3,453
Power managed, Left on	803	7,357	0	1,053	7,702	0
Not power managed, Left on	8,760	0	0	8,760	0	0

	Annual idle hours	Annual sleep hours	Annual off hours
Annual operating hours - weighted average for selected	0	3,426	3,426

Equipment lifetime (years) 4

Annual electricity consumption per computer (kWh)		
Conventional	ENERGY STAR	Savings
11	9	2

INPUTS RESULTS Desktop Calcs Laptop Calcs Monitor Calcs Signage Calcs Phone Calcs MFD Calcs Printer Calcs Copier Calcs Fax Calcs Scanner Cal ...

Listo 87%

Office Equipment Calculator 2 - Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer?

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición

D57 : X ✓ fx 6

### Printer Calculations for the ENERGY STAR Office Equipment Calculator

**Inputs - to edit these values go to the INPUTS tab**

	Default	User Entry
Speed (images per minute)	Standard format 40	40
Wireless capability	Standard format -	No
	Small format -	No
	Large format -	No

	Options	User Entry
Type	Standard format	Laser monochrome
	Laser color	
	Laser monochrome	
	Ink Jet	
	Impact	
	Other color	
Other monochrome	Ink Jet	
Large format		
	Other	Ink Jet

**Assumptions - users can edit the highlighted cells to modify the assumptions**

Type		Conventional		ENERGY STAR	
		Sleep Mode	Standby Mode	Sleep Mode	Standby Mode
Standard format	Base - Ink Jet	1.4	1.0	0.6	0.5
	Base - Impact	4.6	1.0	0.6	0.5
	Wireless adder	2.0	-	2.0	-

INPUTS RESULTS Desktop Calcs Laptop Calcs Monitor Calcs Signage Calcs Phone Calcs MFD Calcs **Printer Calcs** Copier Calcs Fax Calcs Scanner Cal ...

Listo 100%

