



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**  
**COLEGIO DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA**

**Plan Para Reducir El Consumo De Energía Eléctrica En El Campus  
Cumbayá De La USFQ**

**Marco Andrés Corrales López**

**Alexandra Velasco, MBA., Directora de Tesis**

Tesis de Grado presentada como requisito  
para la obtención del título de Licenciado en Administración de Empresas

Quito, noviembre de 2014

**Universidad San Francisco de Quito**  
**Colegio de Administración y Economía**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Plan Para Reducir El Consumo De Energía Eléctrica En El Campus Cumbayá De La  
USFQ**

Marco Andrés Corrales López

Alexandra Velasco, MBA.  
Directora de la tesis

---

Thomas Gura, PhD.  
Decano del Colegio de Administración  
y Economía

---

Arturo Paredes, M. Sc.  
Coordinador de Administración

---

**Quito, noviembre de 2014**

## © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre: Marco Andrés Corrales López

C. I.: 171536863-3

Lugar: Quito, Ecuador

Fecha: Noviembre de 2014

## **DEDICATORIA**

A mis padres por todo su apoyo y amor a lo largo de mi formación profesional.  
Gracias por siempre estar junto a mi, ser una gran bendición y ser el ejemplo más importante para mi vida. Les amo y admiro profundamente.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por las bendiciones de cada día y sobre todo por la oportunidad de culminar mi segunda carrera con éxito. A mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional, por sus consejos, oraciones y soporte en cada momento, por tratar este proyecto como si fuera suyo, con su investigación y aporte. A Alexandra Velasco, mi directora de tesis y amiga, por su gran trabajo al guiarme a lo largo de este proyecto y por contribuir en mi formación en cada una de sus clases. A todos los profesores que de igual forma contribuyeron en mi formación profesional. A Silvio León, Moisés Guaminga y el personal de Planta Física de la USFQ por su ayuda en la obtención de información para las distintas etapas de este proyecto. A Renán Garcés por su ayuda técnica en la evaluación de los espacios físicos del campus y cotización de los diferentes equipos necesarios para el desarrollo de este plan. A María Gracia Ortega que ha sido un gran apoyo y motivadora constante, gracias por tu ayuda y preocupación en cada paso. Y en general a todas las personas que contribuyeron con la elaboración de este trabajo.

## RESUMEN

En la Universidad San Francisco de Quito, el consumo de energía tiene un gran impacto tanto en los intereses financieros como ambientales. Sus construcciones recientes y las edificaciones que han estado desde el comienzo de la construcción del campus Cumbayá (en el verano de 1993), el aumento de los costos de energía, y la responsabilidad medioambiental, han motivado a la universidad a que por medio de su departamento de sostenibilidad se busquen formas para lograr que el consumo de energía sea más eficiente y responsable.

En una época de creciente preocupación por el aumento de los costos operativos de la universidad, que posiblemente influyen para incrementos en el costo de la matrícula de los alumnos, la institución debe tomar todas las medidas posibles para reducir esta gran línea de gasto en el presupuesto.

Esta investigación tiene como objetivo, dar a conocer las potenciales áreas ahorro que se relacionan con el consumo de energía en la Universidad San Francisco. Recomendaciones costo- beneficio, políticas internas y nuevas perspectivas que se espera puedan mostrar acciones para resolver las ineficiencias en el uso de energía e implementar nuevas iniciativas en sus programas con respecto a los usos de la misma. También se mencionan algunas de las técnicas a menudo pasadas por alto, que tratan ampliamente sobre la conservación de energía y el aumento de la eficiencia operativa de ella.

Por último, se discuten varios ejemplos de ciertos productos como sensores, luminarias, temporizadores y equipos de automatización de luminarias en los edificios, efectivamente aplicados y los servicios relacionados para proporcionar operaciones óptimas en las instalaciones con los costos más bajos en energía.

## ABSTRACT

At San Francisco de Quito University, energy consumption has a large impact on both the financial and environmental interests. It's recent constructions, and those that have been there since the inauguration of the Cumbaya's campus (the summer of 1993), the rising energy costs, and environmental responsibility are encouraging the institution to search new ways to make the energy consumption more efficient and responsible, through the sustainability department.

At a time of growing concern of the increase of operational costs that could possibly influence increases in the cost of tuition, institutions must take all possible measures to reduce significant costs on the budget.

This paper aims to present areas of potential savings related to energy consumption in the Universidad San Francisco de Quito. Cost-benefit recommendations, internal policies and new perspectives are willing to show actions to solve the inefficiencies on the energy usage, and implement new initiatives in their energy programs. There is also a review of some of the techniques often overlooked, which comprehensively address energy conservation and increased operational efficiency of buildings.

Finally, this paper discusses several examples of certain products such as sensors, lights, timers and equipment actually applied building automation and related services to provide optimal facility operations in the lowest possible energy costs.



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
1.1	ANTECEDENTES.....	18
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	19
1.3	VIABILIDAD.....	20
1.4	EL PROBLEMA.....	21
1.5	HIPÓTESIS (NIVEL 2).....	22
1.5.1	<i>Hipótesis:</i> .....	23
1.5.2	<i>Hipótesis nula</i> .....	24
1.6	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	25
1.7	PREGUNTAS POR OBJETIVO:.....	25
1.7.1	<i>Preguntas objetivo 1:</i> .....	25
1.7.2	<i>Preguntas objetivo 2:</i> .....	25
1.7.3	<i>Preguntas objetivo 3:</i> .....	26
1.7.4	<i>Preguntas objetivo 4:</i> .....	26
1.8	CONTEXTO Y MARCO TEÓRICO (NIVEL 2).....	27
1.8.1	<i>El propósito del estudio</i> .....	29
1.9	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	30
1.9.1	<i>Objetivo 1: Estudiar la posibilidad de implementar una política interna de reducción de consumo</i> .....	30
1.9.2	<i>Objetivo 2: Auditoría en cocinas del campus</i> .....	30
1.9.3	<i>Objetivo 3: Crear una estrategia tecnológica de reducción de consumo de energía eléctrica</i> .....	31
1.9.4	<i>Objetivo 4: Investigar las posibilidades de generación de energía alternativa en el campus</i> .....	31
1.10	EL SIGNIFICADO DEL ESTUDIO.....	31
1.11	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	33
1.12	PRESUNCIONES DEL AUTOR DEL ESTUDIO.....	36
1.13	SUPUESTOS DEL ESTUDIO.....	37
<b>2</b>	<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA.....</b>	<b>38</b>
2.1	GÉNEROS DE LITERATURA INCLUIDOS EN LA REVISIÓN.....	38
2.1.1	<i>Fuentes:</i> .....	38
2.2	PASOS EN EL PROCESO DE REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	38
2.3	FORMATO DE LA REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	39
2.3.1	<i>Tema 1. Estudio de las posibilidades de implementación de una política interna de reducción de consumo de energía eléctrica</i> .....	39
2.3.2	<i>Tema 2. Estudio de las condiciones óptimas para el funcionamiento de cocinas industriales</i> .....	41
2.3.3	<i>Tema 3. Implementación estratégica de dispositivos tecnológicos</i> .....	42
2.3.4	<i>Tema 4. Generación de energía alternativa en el campus</i> .....	47

<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>51</b>
3.1	JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA .....	51
3.2	OBJETIVO 1: ESTUDIAR LA POSIBILIDAD DE IMPLEMENTAR UNA POLÍTICA INTERNA DE REDUCCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	51
3.2.1	<i>Herramienta de investigación utilizada para el estudio</i> .....	51
3.2.2	<i>Descripción de participantes</i> .....	52
3.2.3	<i>Fuentes y recolección de datos</i> .....	52
3.2.4	<i>Diseño y metodología</i> .....	53
3.3	OBJETIVO 2: AUDITORÍAS EN COCINAS DEL CAMPUS .....	70
3.3.1	<i>Herramienta de investigación utilizada para el estudio</i> .....	70
3.3.2	<i>Descripción de participantes</i> .....	70
3.3.3	<i>Características especiales relacionadas con el estudio</i> .....	71
3.3.4	<i>Fuentes y recolección de datos</i> .....	74
3.3.5	<i>Diseño y metodología</i> .....	75
3.4	OBJETIVO 3: CREAR UNA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA DE REDUCCIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ....	79
3.4.1	<i>Herramienta de investigación utilizada para el estudio</i> .....	79
3.4.2	<i>Descripción de participantes</i> .....	79
3.4.3	<i>Fuentes y recolección de datos</i> .....	80
3.4.4	<i>Diseño y metodología</i> .....	80
3.5	OBJETIVO 4: INVESTIGAR LAS POSIBILIDADES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN EL CAMPUS.....	100
3.5.1	<i>Herramienta de investigación utilizada para el estudio</i> .....	100
3.5.2	<i>Descripción de participantes</i> .....	101
3.5.3	<i>Características especiales relacionadas con el estudio</i> .....	101
3.5.4	<i>Diseño y metodología (Nivel 3)</i> .....	101
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>105</b>
4.1	DETALLES DEL ANÁLISIS.....	105
4.1.1	<i>Análisis de Alternativas</i> .....	105
4.1.2	<i>Costos:</i> .....	108
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>126</b>
5.1	RESPUESTAS A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	126
5.2	LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....	127
5.3	RECOMENDACIONES PARA FUTUROS ESTUDIOS.....	128
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>130</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>133</b>
7.1	LISTADO DE LUMINARIAS CAMPUS CUMBAYÁ USFQ. ENERO 2013 – JUNIO 2014. ....	136
7.2	COTIZACIONES Y REPORTES REALIZADOS POR LA EMPRESA PROVIENTO.....	153

## TABLA DE IMÁGENES

IMAGEN No. 1.- LA IMAGEN ILUSTR A C Ó M O SE ESPERA QUE SEA EL RENDIMIENTO DE UN EDIFICIO QUE APLICA ESTRATEGIAS DE TECNOLOGÍA CON UN SOFTWARE DE GESTIÓN Y DISTRIBUCIÓN, Y PARALELAMENTE COMPARA LOS RESULTADOS SIN ESTOS SISTEMAS. SE PUEDEN OBSERVAR LOS AHORROS EN CADA UNO DE LOS ESCENARIOS .....	46
IMAGEN No. 2.- EN LA IMAGEN SE PUEDE OBSERVAR C Ó M O LUCEN LAS CONEXIONES DE LOS SISTEMAS DE TEMPERATURA, ILUMINACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE EQUIPOS, UNA VEZ QUE SE HAN INSTALADO LAS INTERFACES DEL SOFTWARE QUE ADMINISTRA Y DISTRIBUYE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.....	47
IMAGEN No. 3.- SE MUESTRAN LAS DIFERENTES CAPAS QUE CONTIENE CADA M Ó D U L O DE PANEL SOLAR. ....	49
IMAGEN No. 4.- <i>PARTES QUE COMPONEN UN PANEL SOLAR</i> .....	49
IMAGEN No. 5.- MODELO DE ETIQUETA COMÚNMENTE ENCONTRADA EN EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LA QUE SE DETALLA SU CONSUMO DE ENERGÍA Y SE LO CLASIFICA POR COLORES QUE HACEN MÁS SENCILLA LA TAREA DE IDENTIFICAR AQUELLOS QUE SON MÁS EFICIENTES. ....	56
IMAGEN No. 6.- REGLETA APAGADA. BIBLIOTECA 2DO PISO. ....	61
IMAGEN No. 7.- REGLETA ENCENDIDA. BIBLIOTECA 2DO PISO. ....	62
IMAGEN No. 8.- SEGUNDO PISO DE LA BIBLIOTECA, S Á B A D O 10 AM. ....	62
IMAGEN No. 9.- BIBLIOTECA 1ER PISO. S Á B A D O POR LA MAÑANA. ....	63
IMAGEN No. 10.- BIBLIOTECA 2DO PISO. ÁREA DE INGRESO A LOS BAÑOS Y GRADAS PARA EL 3ER PISO. S Á B A D O EN LA MAÑANA. ....	63
IMAGEN No. 11.- CANDADO Y ETIQUETA EN “BREAKERS”. ....	66
IMAGEN No. 12.- CANDADO Y ETIQUETA EN CAJA DE INTERRUPTORES. ....	66
IMAGEN No. 13.- DUCTOS DE VENTILACIÓN AISLADOS. ....	71
IMAGEN No. 14.- ROLLO DE AISLANTE PARA DUCTOS DE VENTILACIÓN. ....	72
IMAGEN No. 15.- DUCTO DE VENTILACIÓN SIN AISLANTE EN CONTACTO DIRECTO CON UNA UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO. ....	73
IMAGEN No. 16.- UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO Y DUCTOS DE VENTILACIÓN SIN AISLANTES. VENTANAS DEL 2DO PISO DE LA BIBLIOTECA. ....	73
IMAGEN No. 17.- BAÑO DE HOMBRES, BIBLIOTECA 2DO PISO. S Á B A D O POR LA MAÑANA. ....	81
IMAGEN No. 18.- BAÑO DE HOMBRES, BIBLIOTECA 2DO PISO. ....	82
IMAGEN No. 19.- BIBLIOTECA, GRADAS 2DO PISO, PASILLO TERCER PISO. ....	82
IMAGEN No. 20.- SENSOR DE MOVIMIENTO PARA EXTERIORES. ....	83
IMAGEN No. 21.- SENSOR DE MOVIMIENTO CON INTERRUPTOR DE PARED. ....	84
IMAGEN No. 22.- SENSOR DE MOVIMIENTO PARA TECHOS. ....	85
IMAGEN No. 23.- REGULADOR DE POTENCIA PARA LUMINARIAS. ....	86
IMAGEN No. 24.- REGULADOR DE POTENCIA PARA LUMINARIAS CON CARCAZA PARA PARED. ....	86
IMAGEN No. 25.- TEMPORIZADOR DE PARED, PARA LUMINARIAS. ....	87
IMAGEN No. 26.- TEMPORIZADOR DIGITAL PARA LUMINARIAS. ....	87

IMAGEN No. 27 .....	88
IMAGEN No. 28 .....	88
IMAGEN No. 29 .....	89
IMAGEN No. 30 .....	89
IMAGEN No. 31 .....	90
IMAGEN No. 32 .....	90
IMAGEN No. 33 .....	91
IMAGEN No. 34 .....	91
IMAGEN No. 35.- LUMINARIAS EN PASILLOS, QUE PERMANECEN ENCENDIDAS DURANTE EL FIN DE SEMANA.....	92
IMAGEN No. 36.- INTERRUPTORES EN LOS QUE SE PUEDEN IMPLEMENTAR TEMPORIZADORES. .....	92
IMAGEN No. 37.- INTERRUPTORES EN LOS QUE SE PUEDEN ADAPTAR TEMPORIZADORES.....	93
IMAGEN No. 38.- LUMINARIAS EN PASILLOS QUE PERMANECEN ENCENDIDAS DURANTE EL FIN DE SEMANA. ....	93
IMAGEN No. 39.- INTERRUPTORES EN LOS QUE SE PUEDE PONER TEMPORIZADORES O SENSORES PARA EVITAR QUE LAS LUMINARIAS ENCENDIDAS EN LA FOTOGRAFÍA, PERMANEZCAN ASÍ A PESAR DE NO HABER NADIE PRESENTE. ....	94
IMAGEN No. 40.- RED DE CONEXIONES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN SOFTWARE DE GESTIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA. ....	96
IMAGEN No. 41.- LUMINARIAS DE ALTA EFICIENCIA CREE XSPR.....	97
IMAGEN No. 42.- HIGHBAY LED CREE CXB.....	97
IMAGEN No. 43.- INTERIOR DEL COLISEO ALEXANDROS. ....	98
IMAGEN No. 44.- DIFERENCIA EN LAS EFICIENCIAS POR LUMINARIA. ....	99
IMAGEN No. 45 .....	100
IMAGEN No. 46.- VISTA DE LOS TECHOS DE LA UNIVERSIDAD ESCOGIDOS POR LA EMPRESA PROVIENTOS. TECHOS DE LA BIBLIOTECA. ....	103
IMAGEN No. 47.- VISTA DE LOS TECHOS DE LA UNIVERSIDAD ESCOGIDOS POR LA EMPRESA PROVIENTOS.....	103

**TABLA DE ILUSTRACIONES**

ILUSTRACIÓN 1 .....	112
ILUSTRACIÓN 2 .....	112
ILUSTRACIÓN 3 .....	113
ILUSTRACIÓN 4 .....	113
ILUSTRACIÓN 5 .....	114
ILUSTRACIÓN 6 .....	115
ILUSTRACIÓN 7 .....	115
ILUSTRACIÓN 8 .....	116
ILUSTRACIÓN 9 .....	116
ILUSTRACIÓN 10 .....	117
ILUSTRACIÓN 11 .....	117
ILUSTRACIÓN 12 .....	118
ILUSTRACIÓN 13 .....	118
ILUSTRACIÓN 14 .....	119
ILUSTRACIÓN 15 .....	119
ILUSTRACIÓN 16 .....	120
ILUSTRACIÓN 17 .....	121
ILUSTRACIÓN 18 .....	121
ILUSTRACIÓN 19 .....	122
ILUSTRACIÓN 20 .....	123
ILUSTRACIÓN 21 .....	123

## TABLAS

TABLA 1.- LOS EQUIPOS LISTADOS EN LA TABLA SON AQUELLOS QUE SE PUEDEN ENCONTRAR COMÚNMENTE DENTRO DE UN CAMPUS UNIVERSITARIO. SE PROPORCIONAN DATOS DE LA CANTIDAD DE AÑOS MÍNIMA ESPERADA PARA CADA UNO, LA CANTIDAD MÁXIMA ESPERADA Y EL PROMEDIO PARA CADA UNO.....	55
TABLA 2.- RESPONSABLES DEL CUMPLIMIENTO DE LAS TAREAS ASIGNADAS. DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS ASIGNADAS Y OBSERVACIONES INDIVIDUALES A LAS MISMAS. ....	67
TABLA 3.- ADAPTACIÓN DEL LIBRO GUÍA PARA RESTAURANTES DE “GREEN BUSINESS, 2010, PARA LAS COCINAS DEL CAMPUS CUMBAYÁ DE LA USFQ.....	76
TABLA 4.- ANÁLISIS DE CADA ESTRATEGIA DESDE LA PERSPECTIVA FINANCIERA, CRITERIO AMBIENTAL Y CRITERIO SOCIAL.....	106
TABLA 5.- PRECIOS DEL MERCADO PARA CADA UNO DE LOS ARTÍCULOS DESCRITOS. ....	109
TABLA 6.- PROMEDIO DE LOS DATOS RECOPIADOS EN EL DESARROLLO DEL DISEÑO Y METODOLOGÍA PARA EL SOFTWARE DE GESTIÓN DE ENERGÍA.....	110
TABLA 7.- EQUIVALENCIA EN CONSUMO DE ALGUNOS DE LOS ARTEFACTOS COMÚNMENTE ENCONTRADOS DENTRO DEL CAMPUS CON FOCOS DE 100WATTS.....	133

## 1 INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

La Universidad San Francisco de Quito USFQ es una Universidad Ecuatoriana de Artes Liberales, privada y sin fines de lucro. Fue fundada en 1988 por Santiago Gangotena, Carlos Montúfar, un grupo de intelectuales y gente de negocios. Actualmente tiene cerca de 6000 estudiantes de pregrado y posgrado de más de 80 nacionalidades y países. El campus principal esta ubicado en Cumbayá, un pequeño campus designado solo para el estudio de lenguas se encuentra ubicado en Riobamba, y otro pequeño campus en Guayaquil. La Universidad también cuenta con estaciones de investigación científica. La estación Tiputini de Biodiversidad (TBS, por sus siglas en inglés), localizada en la Amazonía, el Instituto de Artes y Ciencias de Galápagos (GAIAS, por sus siglas en inglés), ubicado en San Cristóbal, Galápagos y la Estación Paramo Palugullo, ubicado en Papallacta; además de algunas otras estaciones de investigación o de operaciones alrededor del Ecuador.

El curriculum académico en la USFQ esta basado en la filosofía de las Artes Liberales, la cual incorpora todas las áreas del conocimiento. Desde el 2012, la universidad cuenta con los siguientes colegios académicos:

- Colegio de Administración para el Desarrollo – CAD
- Colegio de Arquitectura y Diseño Interior – CADI
- Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales – COCIBA
- Colegio de Ciencias de la Salud – COCSA
- Colegio de Ciencias e Ingeniería – El Politécnico
- Colegio de Ciencias Sociales y Humanidades – COCISOH
- Colegio de Comunicación y Artes Contemporáneas – COCOA

- Colegio de Hospitalidad, Arte Culinario y Turismo – CHAT
- Colegio de Jurisprudencia – JUR
- Instituto de Música Contemporánea – IMC

Carlos Montufar, Vice-Canciller de la USFQ, en una carta abierta explicó que hoy en día la USFQ enfrenta una realidad diferente: ¿cómo una economía crece sustentablemente con el fin de proteger tanto los intereses económicos y los intereses a corto plazo de diferentes individuos; con una estrategia de largo plazo para proteger el mundo en el que vivimos? (Velasco, et al. 2012)

La falta de actualización de la tecnología de las diferentes luminarias que se utilizan dentro del campus, es uno de los principales problemas que se tiene al momento de lograr el mejor costo-beneficio de las mismas. Por ejemplo los focos de mercurio y tipo reflector que actualmente se utilizan para iluminar el coliseo podrían ser remplazados por luminarias LED con más capacidad de iluminación y menos demanda de potencia y energía. Como este caso, existen más, sobretodo en los patios y corredores exteriores en los que tanto las luminarias como los sensores de movimiento implementados para lograr una iluminación automática en determinado momento del día pueden ser reemplazados por dispositivos de mejor desempeño y duración.

Diferentes estudios, de los cuales hablaremos en capítulos posteriores, han demostrado que el consumo de energía eléctrica de una cocina industrial en un restaurante u hotel puede llegar a representar en algunos casos el 40% del total de consumo del establecimiento. Por ello, al conocer que dentro del campus de la USFQ existen varias cocinas, la preocupación inicial es la de conocer su funcionalidad y eficiencia, teniendo en cuenta la antigüedad y estado de sus equipos, la ubicación de los mismos, ya que por



ejemplo al situar dos refrigeradores juntos, el calor producido por el motor de uno de ellos hace que el otro se mantenga encendido trabajando por más tiempo para lograr una compensación.

Los edificios con mayor índice de consumo son aquellos que tienen grandes unidades de aire acondicionado, como por ejemplo el Cicerón, en donde se encuentra la biblioteca, el teatro Calderón de la Barca y el auditorio de la biblioteca. Ya que la necesidad de ventilación y enfriamiento de estas zonas, por su concurrencia, es muy necesaria, aparte de mantener los equipos en buen estado, se puede optar por instalar paneles solares en sus techos, los cuales permitirán suplir una parte de la energía necesaria, por energía renovable.

El cambio o implementación para cada uno de los problemas antes mencionados requiere de inversión, que en determinados casos puede llegar a representar un largo periodo de recuperación de la misma. Sin embargo otro de los problemas que actualmente influye en el consumo responsable de energía eléctrica en el campus y cuya corrección representaría un ahorro marginal importante, son las costumbres y tendencias de consumo de la población en general (alumnos, profesores, administrativos, personal de limpieza y seguridad, etc.). Problemas que se pueden solucionar por medio de políticas poco “invasivas” y de rápida implementación pueden ser: monitores de computadoras prendidos cuando nadie los está utilizando, luces encendidas en cuartos donde no hay nadie, proyectores que no fueron apagados después de ser utilizados y luces innecesarias, entre otras cosas.

## 1.1 Antecedentes

En el año 2011, la Universidad San Francisco de Quito decidió calcular su huella de carbono para el 2012, el cual sería su año base. En el 2011 un grupo conformado por 4 profesores PhD del Departamento de Ingeniería Ambiental y 1 MBA, profesora del colegio de Administración, fue conformado.

El proyecto comenzó con un enfoque en los cálculos de la huella de carbono y las operaciones de la universidad. Para diciembre 2011, la universidad se unió al Programa Piloto Internacional STARS. ASSHE STARS es un marco de reporte directo de informes para universidades, para medir su rendimiento en sostenibilidad. El programa motiva a las universidades fuera de Estados Unidos a usar los criterios de las universidades Estadounidenses. Este incluye la sostenibilidad en la educación, planificación y áreas administrativas.

El objetivo principal del proyecto fue el entender la situación de la universidad en el 2012 y tener una base comparativa para poder analizar la huella de carbono. El segundo objetivo del estudio fue el generar información útil para poder dar prioridad a proyectos que contribuirían para que el campus se convierta en un campus sostenible. (Velasco, et al. 2012)

## 1.2 Justificación

Una de las principales razones por las cuales la investigación resulta importante y útil es la mitigación de riesgos legales y sociales a los que se expone la universidad. El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), por ejemplo ha lanzado la herramienta “Punto Verde” para incentivar a las empresas tanto públicas como privadas a cuidar el medio ambiente. Dentro de esto por ejemplo esta el acuerdo Ministerial 131, que se refiere a la aplicación de Buenas Prácticas Ambientales en edificios. “La evaluación se establece mediante una comparación de indicadores –de por lo menos dos años de ejecución- de actividades en los ejes temáticos de gestión de desechos, gestión de papel, uso eficiente de agua, energía y combustibles; capacitación y compras responsables.” (MAE, 2012). El no cumplimiento en alguna de las áreas ha de ser evaluadas puede representar un riesgo para la institución. Dichos riesgos han sido tomados en cuenta, y por la misma razón se están impulsando este tipo de proyectos dentro del campus.

La USFQ no es la única institución con los riesgos y problemas antes mencionados, por ello es importante que se tomen acciones oportunas para poder ser líder en el campo de la sostenibilidad frente a los demás campus e instituciones. En un entorno en el que las tendencias apuntan a que lo nuevo debe “nacer verde”, el ser líder y pionero le da un valor agregado a la universidad y la ubica en una posición ventajosa frente a los posibles cambios en la legislación.

Por otro lado, por medio de este plan se espera lograr la reducción de costos operativos del campus. Siendo los costos de consumo de energía eléctrica muy altos, alrededor de 20 mil dólares anuales, un ahorro considerable en esto implicaría más fondos para poder invertir en mejoras para otros aspectos importantes. Como es el caso de la

Universidad de Cantabria, en la cual se inició un proyecto piloto para reducir el consumo de energía eléctrica y cuyos resultados más significativos fueron la sustitución de más de 400 lámparas que permiten un ahorro estimado de energía de 144kWh por cada día de funcionamiento. (UC, 2012)

### **1.3 Viabilidad**

El tema de investigación ha sido planteado a raíz de un problema que se puede evidenciar día a día en el campus Cumbayá de la USFQ al encontrar clases vacías con sus luminarias encendidas, monitores que no han sido apagados después de usarlos, consumo fantasma por equipos que se quedan conectados, etc. Problema que las autoridades como tal han comenzado a tratar por medio de proyectos como el que se pretende desarrollar en este estudio.

Dicho esto, a continuación presentamos algunas de las razones por las que se considera que el estudio es viable:

- Se cuenta con la información necesaria para desarrollar las investigaciones, tal como: datos históricos del consumo de energía eléctrica del campus, compra de focos, tipos de focos, asesoría directa por parte de profesionales en el campo de la energía limpia, bases de datos que respalden teóricamente los avances, etc.
- Por otro lado, las autoridades de la universidad están de acuerdo con que el estudio se lleve a cabo. Dentro de los objetivos de la oficina de innovación y sustentabilidad de la universidad está el poder realizar este proyecto. Por lo cual existe el apoyo en cuanto a proporcionar la información necesaria y permitir el

acceso de los profesionales en el campo de la energía limpia a determinadas zonas para poder definir las mejores opciones de instalación de equipo y adaptaciones.

#### **1.4 El problema**

Los distintos métodos de generación de energía, el medio de transporte de la misma y sus diversos usos, son las actividades que realiza el hombre con mayor cantidad de consecuencias adversas en el medio ambiente. Dicho en otras palabras el uso de energía eléctrica es una de las actividades más contaminantes que realiza el hombre. No se diga además, la fuerte inversión que representa el pagar por obtener algún tipo de energía para las operaciones que sean necesarias llevar a cabo. (IDAE, 2008)

La Universidad San Francisco de Quito emplea una gran cantidad de energía eléctrica para el normal desarrollo de sus actividades educativas, administrativas, sociales, etc. Alrededor de tres dígitos mensuales. Según lo estimado, el gasto mensual por energía eléctrica de la USFQ equivaldría al consumo promedio de 43 casas (Hogares), según las encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en junio de 2012. “Se establecieron los índices de consumo eléctrico y gasto mensual promedio en los hogares de las principales ciudades del Ecuador, por ejemplo, un hogar en la capital del país consume 143,41 kWh por mes, con un promedio de gasto de 18,92 dólares. En el puerto principal el consumo de energía eléctrica en un hogar por mes es de 182,41 kWh, con un promedio de gasto de 25,64 dólares; en Cuenca se consume 151,10 kWh por mes, con un gasto de 25,64 dólares.” (INEC, 2012)

Este consumo además representa el 19% del total de la huella de carbono producida por el campus. Es por ello que aparte de las emisiones de carbono que puedan

representar sus actividades, está incurriendo en gastos que pueden ser reducidos por medio de un uso eficiente de energía. (Velasco, et al. 2012)

Se han identificado fallas en el uso eficiente y responsable de energía como por ejemplo aulas y oficinas en las cuales se dejan prendidos equipos y luminarias sin que nadie las use, pasillos y baños que permanecen iluminados a pesar de que nadie se encuentre presente es ese momento, luminarias antiguas que no son eficientes, equipos cuyos tiempos eficientes de vida han pasado y están empleando energía adicional, entre otras cosas.

En la actualidad se han logrado avances en las tecnologías de generación de energía limpia y renovable, y es cuestión de tiempo para que cada vez más hogares y edificaciones en general comiencen a implementarlas, por ello si es que actualmente la universidad no ha implementado esta tecnología, posiblemente se deba a una deficiencia de conocimiento acerca de los beneficios de la misma, por sobre la gran inversión que implique su adaptación. El no contar con un sistema de generación de energía alternativa propia mantiene a la universidad en un estado de dependencia energética y un alto costo mensual.

## **1.5 Hipótesis**

Se considera que la causa raíz de que exista el problema de uso ineficiente de energía eléctrica en el campus Cumbayá de la USFQ se debe a la falta de conocimiento y entendimiento de los métodos actuales disponibles para corregir el problema y sus beneficios a mediano y largo plazo; el conocer dichos beneficios permitiría ver el costo-beneficio de las diferentes aplicaciones existentes, que son adaptables a las condiciones actuales del campus.

Al investigar y conocer sobre las tendencias que se están dando alrededor del mundo, de los avances tecnológicos en el área de la conservación ecológica y las tendencias en el uso responsable de recursos, se entiende que está disponible una amplia variedad de recursos para lograr una disminución del consumo de energía eléctrica mensual, que representa una alta inversión, y de paso una disminución de la huella de carbono del campus.

Partiendo de este punto se logra plantear la hipótesis de que: existen políticas, métodos e implementaciones que pueden ser costo-eficientes y resultar efectivas en el campus Cumbayá de la USFQ, para lograr alcanzar el objetivo de disminuir el costo mensual de las planillas eléctricas.

Las normas y políticas que se van implementando por parte de las entidades regulatorias del gobierno nacional, obligan a que las nuevas empresas e instituciones “nazcan verdes”, es decir que desde sus inicios se planifique que su construcción y operaciones sean amigables con el medio ambiente; y que las ya existentes tengan que planificar proyectos para poder cumplir con las bases establecidas para su normal funcionamiento. Por ello una estrategia de alta importancia es el poder impulsar la investigación y desarrollo de proyectos basados en la eficiencia energética, su uso racional y el aprovechamiento de fuentes energéticas renovables.

### **1.5.1 Hipótesis:**

Se puede reducir el costo de consumo de energía eléctrica y el porcentaje de huella de carbono, en el campus Cumbayá de la USFQ, por medio de proyectos basados en la eficiencia energética como implementación de una estrategia tecnológica, políticas internas de ahorro y consumo responsable y el aprovechamiento de fuentes renovables.

### **1.5.2 Hipótesis nula**

No es posible reducir el costo de consumo de energía eléctrica y el porcentaje de huella de carbono, en el campus Cumbayá de la USFQ, por medio de proyectos basados en la eficiencia energética como implementación de una estrategia tecnológica, políticas internas de ahorro y consumo responsable y el aprovechamiento de fuentes renovables.



## **1.6 Preguntas de investigación**

¿Puede el campus Cumbayá de la USFQ, reducir el costo de consumo de energía eléctrica por medio de proyectos basados en la eficiencia energética como implementación de una estrategia tecnológica, políticas internas de ahorro y consumo responsable y el aprovechamiento de fuentes renovables, siendo modelo para otros campus e instalaciones?

## **1.7 Preguntas por objetivo:**

### **1.7.1 Preguntas objetivo 1:**

- ¿Se puede a través de políticas internas reducir el consumo de energía eléctrica?
- De forma más específica, ¿Quién va a ser responsable (guardias, profesores, personal de limpieza, estudiantes o administrativos) es determinante para cumplir con las políticas establecidas?

### **1.7.2 Preguntas objetivo 2:**

- ¿Es óptimo el consumo de energía en las cocinas de la universidad?
- ¿Se pueden implementar medidores individuales en los diferentes artefactos eléctricos para regular su consumo?

### 1.7.3 Preguntas objetivo 3:

- ¿Qué tipos de focos hay en la universidad?
- ¿Cuál es el mejor tipo de foco (tanto en función como en costos) para los requerimientos de la universidad?
- ¿Cuántos focos se compran anualmente?
- ¿Qué tipos de sensores son los mejores para automatizar determinadas zonas como: baños, pasillos, oficinas, etc. Y disminuir el tiempo que pasan prendidos los focos de dichos lugares?

### 1.7.4 Preguntas objetivo 4:

- ¿Cuál sería la inversión inicial para instalar paneles solares?
- De acuerdo al ahorro en consumo, ¿en cuánto tiempo se recuperaría la inversión?
- ¿Cuántos paneles son necesarios para cubrir la demanda de energía eléctrica de edificios con equipos de alto consumo como las unidades de aire acondicionado del Eugenio Espejo?
- ¿Existen suficientes superficies físicas para poder instalar los paneles requeridos?

## 1.8 Contexto y marco teórico

La presente investigación se basa en un grupo de acciones y medidas a proponer en función del ahorro de energía en la Universidad San Francisco de Quito, los resultados obtenidos de la misma aclararán las alternativas para ahorrar el consumo eléctrico.

El incremento de medios audiovisuales, equipos de computación y otros tipos de equipos se ha ido dado de forma paulatina, trayendo consigo el aumento del consumo energético.

Después de tener en cuenta el aumento de equipos consumidores de energía eléctrica; las medidas y alternativas que se plantean con el objetivo de disminuir gastos son, entre otras cosas, elaborar un sistema de acciones y alternativas, encaminadas al ahorro de energía eléctrica. El punto de partida de este proyecto de investigación, es el analizar las condiciones de uso y consumo de energía en las instalaciones administrativas y educativas, realizando un diagnóstico físico y de tendencias de consumo en el campus, para proponer así soluciones adecuadas a cada caso en vías de lograr un ahorro energético integral.

El análisis se basa principalmente en la energía empleada en la iluminación artificial, así como los equipos conectados de cada dependencia. Con base a los resultados obtenidos a través de las distintas etapas de investigación, es posible entender de manera más amplia el estado de consumo, para proponer las recomendaciones de adecuación ambiental de los espacios arquitectónicos de la propia institución en busca del ahorro

energético y la optimización de los recursos institucionales, así como mejorar las condiciones laborales de los usuarios.

Por medio de una entrevista a Moisés Guaminga, administrador de la bodega de planta física, se supo que la malla de alumbrado público y otras, presentes dentro del campus utilizan como materia prima bombillas de descarga de gas (Guaminga, 2014), por lo general de vapor de mercurio, donde el consumo energético es alto y se presentan pérdidas energéticas en forma de calor, aunque posee buena eficiencia lumínica (García, 2004), lo cual es el factor más influyente en las grandes sumas de dinero invertidas en su consumo y mantenimiento.

El proyecto también analiza las posibilidades que ofrece una instalación de energía solar fotovoltaica. Se busca la optimización de las posibilidades de la localización atendiendo a consideraciones técnicas, económicas y estéticas. Es de gran relevancia en el proyecto la búsqueda de la máxima integración de las instalaciones en el sector escogido, de manera que su posible afectación sea mínima. A nivel técnico se pretende exponer y analizar los diferentes elementos que integran la instalación para asegurar su correcto funcionamiento.

Se cree en la necesidad de asumir como prioridad energética la aplicación de la energía solar como alternativa de suministro de energía para alternar con la energía eléctrica, por ello se propone implementar y diseñar un sistema solar fotovoltaico, que permita aprovechar al máximo la radiación solar. La ubicación propuesta es para los edificios con sistema de aire acondicionado inicialmente. Después de esto para los espacios públicos específicamente para iluminación con farolas solares, que proporcionen una innovación tal, que además de ser una farola autónoma, que no consume energía

convencional, tenga una estética acorde con el entorno y cumpla con los máximos niveles de seguridad y alto rendimiento. Las farolas solares constituyen un sistema de iluminación autónomo y ecológico sin necesidad de líneas eléctricas y altamente rentables al carecer de gastos de consumo, obra civil de canalización de cableado, cuadros eléctricos, contadores y permisos de enganche a la compañía eléctrica.

Como ventajas de la energía solar fotovoltaica, se puede considerar que es una fuente de energía renovable, muy amigable con el medio ambiente, su uso no produce ninguna emisión. Los costos de operación son bajos y como desventaja, los costos de instalación son moderadamente altos.

Adicionalmente por medio de investigaciones realizadas sobre distintas auditorías se espera poder evaluar las cocinas del campus, permitiendo reconocer las posibles fugas de energía producto del mal estado de los equipos, mala ubicación y agrupación de los mismos, lo cual hace que sus sistemas estén trabajando innecesariamente como puede ser el caso de las refrigeradoras.

Los resultados de la investigación serán muy útiles para lograr el deseado ahorro económico en el uso de la energía en el campus universitario de la Universidad San Francisco.

### **1.8.1 El propósito del estudio**

Por medio de este estudio se espera poder armar y proponer un plan para reducir el consumo de energía eléctrica en el campus Cumbayá de la USFQ y por consiguiente disminuir el valor a pagar de las planillas mensuales. De la misma forma, al conseguir estos objetivos, se espera que la huella de carbono emitida por la institución disminuya de

forma considerable. Es por ello que se ha planteado determinar si es posible reducir el consumo de energía eléctrica en el campus Cumbayá de la USFQ por medio de la implementación de políticas internas, tecnología y generación de energía limpia.

Para esto, y en forma de guía se tienen los siguientes objetivos específicos para el desarrollo el proyecto:

## **1.9 Objetivos específicos:**

### **1.9.1 Objetivo 1: Estudiar la posibilidad de implementar una política interna de reducción de consumo.**

Desarrollo de políticas de uso y ahorro de energía eléctrica. Guardias, personal de limpieza, estudiantes, profesores, administrativos.

### **1.9.2 Objetivo 2: Auditoría en cocinas del campus.**

Realización de una auditoría a las cocinas. (Búsqueda de literatura y auditorías de cocinas y edificios para conocer qué pasos se pueden adaptar e implementar para ayudar a reducir el consumo de energía en las cocinas del campus Cumbayá de la USFQ).

### **1.9.3 Objetivo 3: Crear una estrategia tecnológica de reducción de consumo de energía eléctrica.**

Implementación de sensores de movimiento, luminaria moderna como focos LED, temporizadores y programas de gestión de energía centralizada.

### **1.9.4 Objetivo 4: Investigar las posibilidades de generación de energía alternativa en el campus.**

Consultar a empresas y expertos sobre las posibilidades de instalar paneles solares y conocer las capacidades de los mismos para poder determinar cuánta energía se puede generar y reemplazar para reducir el valor de la planilla eléctrica. Por otro lado, conocer la inversión y el tiempo de recuperación de la misma.

## **1.10 El significado del estudio**

Se considera a este plan como una pauta para futuros proyectos ambientales, ecológicos y eficientes dentro y fuera de la universidad. Al investigar una de las ramas que puede hacer un cambio en cuanto al consumo responsable y consciente de recursos, que no solo tendrá un impacto en lo que se considera un tema ecológico, sino también en los aspectos económicos de las instituciones, se espera dar un valor agregado a las mismas.

Por otro lado, se espera poder identificar puntos específicos para que las diferentes ramas del conocimiento puedan usarlos como guía en estudios más profundos y técnicos de los mismos, permitiendo mayores avances y eficiencia en cuanto al uso de recursos. Teniendo en cuenta que la duración de los recursos actuales es incierta, el poder estar un paso adelante resulta esencial en los tiempos actuales, ya que de apoco se cambia la dependencia de fuentes energéticas convencionales, las cuales implican una alta carga medio ambiental. A diferencia de las fuentes naturales, que si bien es cierto son interminables y sus impactos son nulos o reversibles.

Dicho esto es importante el mencionar que la implementación y estudios de este tipo resultan favorables para la institución en más de un aspecto como es el económico, social, legal, el innovador, entre otros.



## 1.11 Definición de términos

**Energía eléctrica:** “La energía eléctrica es causada por el movimiento de las cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) en el interior de materiales conductores.” (Twenergy, 2012)

**Luminarias:** Focos o dispositivos generadores de luz artificial.

**Paneles Solares:** Panel fotovoltaico, fotocélulas, módulos solares.

**Sensor:** “Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, *movimiento*, y la transmite adecuadamente. (DRAE, 2001)

**Solar:** “Perteneiente o relativo al Sol” (DRAE, 2001)

**Sostenible:** “Dicho de un proceso: Que puede mantenerse por si mismo, como lo hace, p. Ej., un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes.” (DRAE, 2001)

**Ambiente:** “Aire o atmósfera” (DRAE, 2001)

**Costo:** “Cantidad que se da o se paga por algo.” (DRAE, 2001). Recursos empleados en la obtención de algo o logro de un objetivo.

**Dióxido de Carbono:** Dióxido: “1. m. *Quím.* Óxido cuya molécula contiene dos átomos de oxígeno.” (DRAE, 2001)

**Carbono:** “m. Elemento químico de núm. atóm. 6. Es extraordinariamente abundante en la naturaleza, tanto en los seres vivos como en el mundo mineral y en la atmósfera. Se presenta en varias formas alotrópicas, como el diamante, el grafito y el carbón...” (DRAE, 2001)

**Mercurio:** “m. Elemento químico de núm. atóm. 80. Metal poco abundante en la corteza terrestre, se encuentra nativo o, combinado con el azufre, en el cinabrio. Líquido en condiciones normales, de color blanco y brillo plateado, es muy pesado, tóxico, mal conductor del calor y muy bueno de la electricidad...” (DRAE, 2001)

**Luz:** “Agente físico que hace visibles los objetos” (DRAE, 2001)

**Artificial:** “Hecho por mano o arte del hombre” (DRAE, 2001)

**Campus:** “Conjunto de terrenos y edificios pertenecientes a una universidad” (DRAE, 2001)

**Tendencia:** “Propensión o inclinación en los hombres y en las cosas hacia determinados fines.” (DRAE, 2001)

**Lm/w:** Eficacia luminosa. (Cus.net, 2014)

**LED:** Light-emitting diode. “Diodo emisor de luz” (DRAE, 2001)

**Diodo:** “Válvula electrónica, empleada como rectificador, que consta de un ánodo frío y de un cátodo caldeado. (DRAE, 2001)

**Lumen:** “Unidad de flujo del Sistema Internacional, que equivale al flujo luminoso emitido por una fuente puntual uniforme situada en el vértice de un ángulo sólido de un estereorradián y cuya intensidad es una candela.” (DRAE, 2001)

### 1.12 Presunciones del autor del estudio

1. Los avances realizados en implementación de equipos de generación de energía renovable son aplicables en el medio en el que se encuentra el campus Cumbayá de la USFQ.
2. Algunos de los estudios investigados, pertenecientes a otros países pueden ser utilizados como fundamentos en el contexto ecuatoriano y más específicamente en el contexto de la población del campus Cumbayá de la USFQ.
3. Se presume que con la implementación de políticas de ahorro y consumo, se pueda ver una disminución importante de los costos en las planillas eléctricas mensuales.
4. Los resultados de las investigaciones del presente estudio servirán de guía para futuros estudios especializados en distintas ramas.
5. La implementación de la tecnología investigada tendrá resultados costo-eficientes favorables para la institución.
6. Los resultados de las investigaciones del presente estudio servirán como base de nuevas investigaciones e innovación de métodos para lograr un consumo responsable de energía y recursos en general.
7. La presentación, de ser aceptada, dará inicio a programas que formarán parte de políticas energéticas sostenibles, con visión de largo plazo.

### 1.13 Supuestos del estudio

Al comenzar a realizar este estudio y posteriormente plan, se supone que se encontrarán distintos casos de equipos alimentados por energía eléctrica que han sobrepasado su tiempo de vida útil eficiente. Es decir, equipos que por sus largos años de uso y posiblemente falta de mantenimiento, estén consumiendo energía extra, que nuevos modelos con tecnología mejorada para cumplir con el propósito de optimización de consumo energético, no consumirían. Haciendo de las operaciones en las distintas instalaciones del campus, más eficientes.

Cuando se mencionan los diferentes equipos se incluyen: equipos de cocina como refrigeradoras, congeladores, extractores, tostadores, etc. Equipos de climatización como los aires acondicionados, equipos de computación y luminarias en general, entre otras cosas.

Por otro lado, tras observar las tendencias de uso de electricidad en el campus y sitios vacíos en los que las luminarias permanecen encendidas, se piensa que es una de las razones más importantes del excedente en el uso de energía eléctrica dentro del campus.

A continuación se encuentra la Revisión de la Literatura ordenada en cuatro partes. Seguidamente, se encuentra la explicación de la metodología de investigación aplicada, el análisis de datos encontrados, las conclusiones y, finalmente, la discusión.

## 2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1 Géneros de literatura incluidos en la revisión

#### 2.1.1 Fuentes:

Las fuentes escogidas para el desarrollo de esta investigación comprenden una revisión de bases de datos como EBSCO, en la que se encuentran *papers*, *journals* y artículos académicos varios, asistencia a diferentes conferencias organizadas por instituciones tanto públicas como privadas, como es el caso de las conferencias organizadas por el INER (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable), revistas físicas y electrónicas especializadas en el tema, libros de estudio referentes a los temas de estudio y finalmente, entrevistas con personas expertas, como por ejemplo técnicos en instalación de paneles solares y sensores.

### 2.2 Pasos en el proceso de revisión de la literatura

Luego de que los puntos principales a tratar e investigar fueran definidos, por medio de la ayuda de la directora de este plan, Alexandra Velasco, MBA, se obtuvo una guía en cuanto a la forma en la que se tenía que proceder a revisar la literatura. Ya que el plan se encuentra dividido en subtemas que se van complementando hasta poder llegar a un punto común y finalmente a la obtención de los resultados que conforman las conclusiones, se planteó realizar la revisión de la literatura separada por dichos temas.

Por otro lado a medida que se fueron buscando y encontrado las primeras fuentes, especialmente en línea, se encontraron fuentes secundarias de apoyo que complementan el estudio. Las sugerencias realizadas por las personas con las que se conversó y las conferencias a las que se tuvo oportunidad de asistir, también influenciaron en el proceso de revisión de la literatura.

### **2.3 Formato de la revisión de la literatura**

El diseño de la presente revisión, como se mencionó anteriormente va a ser realizada por temas. A continuación se presenta la revisión dividida en los subtemas (objetivos) planteados:

#### **2.3.1 Tema 1. Estudio de las posibilidades de implementación de una política interna de reducción de consumo de energía eléctrica**

Las políticas internas de ahorro y consumo que se han planteado alrededor del mundo tanto en universidades como en instituciones de diferente naturaleza, apuntan a atacar el desperdicio de energía por medio de las malas prácticas y desconocimiento de sus ocupantes, como dejar las luces encendidas en lugares en los que ya no van a estar presentes, uso excesivo de luz artificial, el consumo fantasma de los diferentes equipos, la mala distribución de los muebles dentro de una habitación que impiden el aprovechamiento máximo de la luz natural, falta de renovación de equipos que han superado su periodo útil de vida (Appliance magazine, 2011) y que por lo tanto su operación no resulta eficiente, la falta de herramientas tecnológicas que permitan el administrar el consumo de energía, entre otras.

Dichas políticas se han enfocado en dos objetivos principales, que son la reducción de los costos de operación de sus instalaciones y la reducción de la huella de carbón emitida por las operaciones. (Schneider, 2007)

El estudio de consumo de los diferentes equipos presentes dentro de un campus ha identificado, entre otros, a las unidades de aire acondicionado como las de demanda de energía mas elevada, por ello el mantenimiento y acondicionamiento de su espacio físico es de suma importancia para lograr a mayor eficiencia de las mismas. Son tres los aspectos que se deben tener en cuenta al momento de evaluar estas unidades: su esperanza de vida, su eficiencia y su estado actual. (Ra-Jac, 2010)

Se debe tener en cuenta que las diferentes luminarias usadas en el campus requieren de atención especial (mantenimiento) para lograr su máxima eficiencia a lo largo del tiempo. Entre ellas esta el mantener su superficie limpia para poder evitar el desperdicio de hasta el 20% de su capacidad de iluminación. (Eroski Consumer, 2006) Esto se debe considerar sobre todo en las luminarias que están expuestas en exteriores o en lugares en donde existe la acumulación de polvo como bodegas o grasa como en las cocinas.

Por otro lado, posiblemente el consumo de energía ocasionado por artefactos que se han dejado encendidos a corto plazo no signifique un costo muy elevado, sin embargo, en plazos de un año el poder mantener dichos artefactos apagados la mayor cantidad de tiempo, si representaría un ahorro importante. De la misma forma cuando se deja los equipos apagados pero conectados c su fuente de poder. El consumo que realizan estos equipos que permanecen conectados se conoce como “Consumo Fantasma”.

En la sección de Anexos se presenta el extracto de un cuadro elaborado por Raúl G. Arce para la CONUEE (Comisión Nacional para el uso eficiente de la Energía) en el que se detallan algunos de los artefactos que se pueden encontrar en el campus, su consumo y la equivalencia en focos de 100w encendidos de dicho consumo. Véase la Tabla No. 7.



El denominado “Consumo Fantasma”, se refiere al consumo que realizan los diferentes equipos eléctricos que se han apagado pero no se los ha desconectado de su fuente de energía. Todos los equipos eléctricos contribuyen con el Consumo Fantasma mientras se mantengan conectados a su fuente de energía (enchufe). Las formas que se han encontrado para poder disminuir el monto de consumo que se da por este factor van únicamente con el desconectar directamente los equipos de su fuente o centralizar las diferentes conexiones por medio de regletas que permitan realizar el apagado por medio de un botón. (IEA, 2014)

En sitios específicos como cocinas, talleres y lugares que contengan equipos con conexiones especiales se puede contar con técnicas de etiquetado preventivo y bloqueo. Técnicas conocidas en el sector industrial como parte de las políticas de seguridad, que consisten en bloquear interruptores que estén encendidos o apagados por una razón específica, la cual de ser ignorada puede traer consecuencias negativas. Cada uno de estos bloqueos debe tener una etiqueta fácil de ver y en donde se especifique información sobre las razones del bloqueo y los responsables del mismo. (Prevención segura, 2010)

### **2.3.2 Tema 2. Estudio de las condiciones óptimas para el funcionamiento de cocinas industriales**

Las cocinas son consideradas un cuarto mas dentro de las instalaciones del campus, por lo que las políticas de ahorro y consumo se aplican de la misma forma salvo ciertas especificaciones que tienen que ver con los equipos especiales y sus conexiones a las fuentes de poder. Por la complejidad de sus elementos es necesario que se lleven a cabo estudios técnicos periódicos por medio de instituciones certificadas como la Empresa

Eléctrica Quito, para verificar que no existan fugas de energía que incluso pueden resultar en un riesgo operativo para la cocina. (GB Santa Bárbara, 2009)

Los refrigeradores, congeladores y cuartos fríos, comúnmente encontrados en las cocinas, son los electrodomésticos y equipos más grandes y por lo tanto los que más energía eléctrica demandan, comparados con los demás equipos y electrodomésticos. Por ello es necesario realizar mantenimientos a estos equipos periódicamente y prevenir fugas de frío y que el ambiente fuerce los motores. Por otro lado también es necesario tomar en cuenta su periodo de vida útil, (refiérase a la tabla 3.1).

El libro guía para restaurantes de “Green Business, 2010”, especifica ciertos lineamientos básicos que toda cocina debe cumplir para tener un consumo eficiente de energía y reducir el tamaño de su huella de carbono. Entre estos lineamientos están: La identificación de áreas 3-1, que son los sitios en los que se podría apagar un foco de cada tres encendidos, sin causar mayor diferencia en la iluminación y ahorrando energía. Ubicar las máquinas expendedoras (con refrigeración) en lugares frescos, aplicar láminas con protección solar en las ventanas para evitar el aumento de temperatura en los interiores, mantener los motores de los refrigeradores libres de pelusa, polvo, grasa y cualquier otro tipo de agente contaminador que pueda obstruir su funcionamiento. Disponer de cortinas de paso al ingreso de los cuartos fríos, verificar que los cauchos de las puertas de los refrigerados estén en buen estado, entre otras cosas.

### **2.3.3 Tema 3. Implementación estratégica de dispositivos tecnológicos**

En la actualidad existe una gran cantidad de nuevas tecnologías disponibles en el mercado creadas para reducir el consumo de energía considerablemente y ser amigables

con el medio ambiente. La Guía de Nuevas tecnologías para el ahorro energético especifica cuatro divisiones para clasificarlas: (TWENERGY, 2014)

- Domótica: Se refiere a la automatización y control inteligente dentro de los hogares. Esto permite llevar a cabo una gestión eficiente de la energía, aportando seguridad y confort a sus usuarios. La Domótica se aplica en climatización, iluminación, confort y otros equipos.
- Inmótica: Al igual que la Domótica, la Inmótica se refiere a la automatización, control inteligente y gestión eficiente de energía, pero aplicado a edificios e instalaciones industriales. Sus aplicaciones son: iluminación, seguridad en los edificios, control de las zonas verdes y regadíos.
- Exteriores: Además de las aplicaciones en el interior y exterior de las distintas edificaciones, existen sistemas de gestión eficiente del uso de energía para brindar seguridad y comodidad a los usuarios en exteriores, como por ejemplo parqueaderos, autopistas, sistemas de pago automático, etc.
- Ciudades inteligentes: Un ejemplo es la ciudad de Málaga en la que trabajan en conjunto empresas privadas, ciudadanos y el municipio, en un nuevo modelo de gestión de energía, con el fin de reducir hasta un 20% anual del consumo de energía, basados en el desarrollo sostenible por medio de las nuevas tecnologías.

Según “twenergy”, comunidad online creada por Endesa, empresa dedicada al sector eléctrico, por medio de una buena implementación y combinación de sensores de

movimiento, temporizadores e interruptores se puede conseguir un ahorro de energía eléctrica desde el 40% al 46% en aulas, del 13% al 50% en oficinas, del 30% al 90% en vestuarios, del 22% al 65% en salas de reunión, del 30% al 80% en pasillos y del 45% al 80% en almacenes. (TWENERGY, 2012)

Existen en el mercado diferentes tipos de sensores que cumplen una misma función, encender las luces tan pronto como detecten movimiento y apagarlas después del tiempo para el cual se les ha calibrado. Los sensores por ultrasonido son los más avanzados en la actualidad, son activados por medio de la variación en la frecuencia recibida luego de emitir ondas de ultrasonido que no son detectables por los personas. Se recomienda su uso en oficinas, parqueaderos, almacenes y bodegas. Los sensores infrarrojos, son los más comunes y su funcionamiento es en base al calor emitido por los seres humanos, animales o vehículos que se desplazan en la zona cubierta por el mismo. A diferencia de los sensores por ultrasonido, estos no pueden atravesar ventanas y son recomendables para zonas pequeñas. Los sensores duales, son los más eficientes ya que combinan los sensores por infrarrojo y por ultrasonido, se recomienda su uso en lugares en los que se requiere una máxima fidelidad en el encendido, por ejemplo aulas, oficinas, etc. (TWENERGY, 2014)

Por otro lado se debe entender que al hablar de luminarias se refiere a todos los focos o dispositivos implementados para generar luz artificial en diferentes sitios dentro del campus. (DRAE, 2001). Dentro del inventario que maneja la Planta Física de la universidad, se pueden encontrar los diferentes tipos de focos usados para cada requerimiento que se tienen dentro de las operaciones de la institución. (Guaminga, 2014). *Véase los detalles del inventario de luminarias en los anexos.* Luego de tabular los resultados se ha llegado a la conclusión de que es necesario el realizar un conteo de las

boquillas para cada uno de los focos registrados para que de esa manera se pueda tener un registro de rotación de luminarias exacto.

En la actualidad existe tecnología LED disponible para reemplazar definitivamente a todo tipo de luminaria presente dentro de un campus, disminuyendo el desperdicio de energía en forma de calor y de electricidad. En general un foco incandescente tiene una eficiencia de 10 Lm/w y los fluorescentes de 40 Lm/w, mientras que los LED entre 90 y 100 LM/w. Un foco LED además puede llegar a tener una vida útil hasta de diez veces superior a la de un foco común y su consumo energético es del 50% menos. A pesar de que su precio es superior, con la reducción de frecuencia de cambio del foco y su consumo inferior de energía, esa inversión se recupera cuando el LED cumple un 25% de su vida útil. (Fawoo Technology, 2014)

Uno de los factores más importantes de contar con la tecnología LED es el poder reemplazar los lámparas de descarga. Estas lámparas constituyen una forma alternativa de producir luz artificial de una forma más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. El problema con estas luminarias es que poseen mucha pérdida de energía en forma de calor y con luz invisible como la luz ultravioleta e infrarrojo, además al contener mercurio a presión constituyen una fuente alta de contaminación y contribución al aumento de la huella de carbono emitida por la institución que las implementa. (García, 2004)

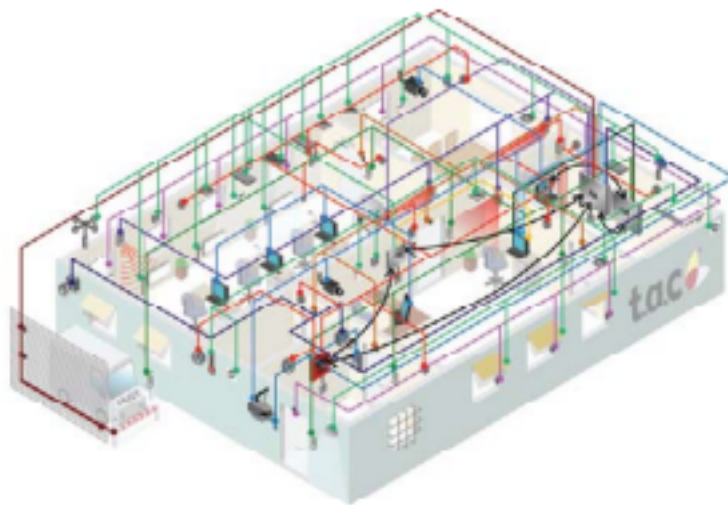
La forma de poder aprovechar al máximo de todos los adelantos tecnológicos que están disponibles en el mercado es por medio de Softwares de gestión de energía. Dichos programas se encargan de apagar automáticamente los equipos que han estado inactivos por un periodo de tiempo prolongado como es el caso del Auto-apagado para Windows. (UPV, 2012) Por otro lado, existen programas más avanzados, cuya función es conectar

por medio de una interface a todos los sistemas dentro de una instalación con el fin de administrar el consumo en las horas pico, la eficiencia de la iluminación, controlar la temperatura, buscar fugas de energía, etc. (Constellation, 2013)

En la Universidad Politécnica de Valencia, la cual cuenta con una población de más de 40.000 personas por ejemplo, se han identificado incrementos anuales en el consumo de energía de más de 5% a pesar de algunas medidas tomadas por la institución. Sin embargo actualmente se está implementando el sistema DERD, el cual es un sistema de gestión de demanda y distribución de la energía, que permite optimizar su consumo principalmente en tres aspectos: climatización, iluminación y alimentación de equipos. Con lo que se espera poder reducir dicho incremento anual de más del 5% en el consumo de energía eléctrica. (UPV, 2012)



*Imagen No. 1.- La imagen ilustra cómo se espera que sea el rendimiento de un edificio que aplica estrategias de tecnología con un software de gestión y distribución, y paralelamente compara los resultados sin estos sistemas. Se pueden observar los ahorros en cada uno de los escenarios*



*Imagen No. 2.- En la imagen se puede observar cómo lucen las conexiones de los sistemas de temperatura, iluminación y alimentación de equipos, una vez que se han instalado las interfaces del software que administra y distribuye la energía eléctrica.*

#### **2.3.4 Tema 4. Generación de energía alternativa en el campus.**

Energía alternativa o fuentes de energía renovable son aquellas que pueden suplir con la demanda de energía eléctrica con fuentes alternativas a las fuentes comunes o clásicas. Entre las más conocidas están: la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biogás, entre otras. (SEED, 2014)

Se denomina a la energía solar al proceso de captar las radiaciones solares y concentrarlas por medio de paneles solares para producir calor o energía eléctrica. Los paneles solares son construidos a partir del silicio, el cual interviene directamente en el proceso de generación de energía eléctrica a partir de los rayos emitidos por el sol. Dichos rayos pueden incidir directamente en los paneles o de forma indirecta como por ejemplo en un día nublado. (Tipos de Energía, 2014)

Los paneles solares son fabricados con semiconductores (silicio), que son elementos con una conductividad baja, pero, superior a la de un aislante. Según el portal web *Tipos de Energía* “cuando los rayos del sol inciden sobre las células, la unión P – N de los semiconductores de ella junto con su metal conductor ayuda a producir energía. En esta coyuntura, la unión PN son cargas positivas y negativas que ayudan a producir corriente eléctrica, debido a una diferencia de potencial que se crea cuando se ilumina la célula.” Cuando se produce un cortocircuito en la célula (regiones P y N), los electrones de la parte N se trasladan por el conductor y se juntan en los espacios de la parte P produciendo de esa forma electricidad, mientras se mantenga iluminado el panel.

Los paneles pueden ser de tres tipos de material: silicio monocristalino, usado principalmente en industrias, tiene una eficiencia del 16% al 19%. Silicio policristalino, su eficiencia es del 13% al 15% y su precio es inferior al monocristalino. Finalmente el silicio amorfo, su eficiencia es del 7% al 10%, es el mas barato y su potencia va disminuyendo conforme pasa el tiempo.

Cada célula solar produce 2w aproximadamente y cada módulo posee entre 40 y 100 células que se conectan entre ellas formado lo que se conoce como módulo fotovoltaico (80w - 200w por módulo) . Los módulos están formados por: cubierta frontal, encapsulante, cubierta posterior, marco, conexiones y células.

Al igual que las luminarias, es importante mantener los paneles limpios la mayor cantidad de tiempo para evitar que los escombros, polvo y manchas obstruyan el paso de luz y disminuyendo su eficiencia. Para ello se deben mantener controles cada 4 meses de preferencia para realizar el mantenimiento respectivo.



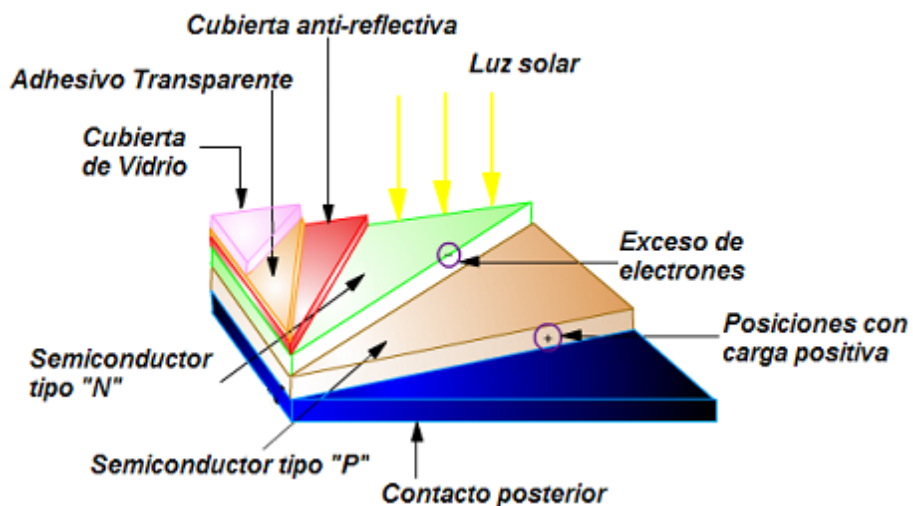


Imagen No. 3.- Se muestran las diferentes capas que contiene cada módulo de panel solar.

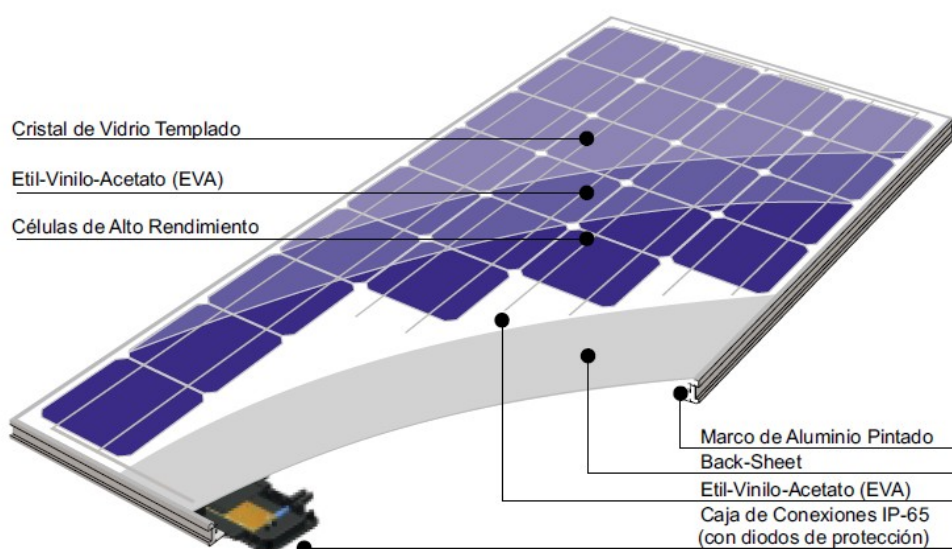


Imagen No. 4.- Partes que componen un panel solar. Imágenes tomadas de: <http://www.sermsoluciones.com/p/la-energia-solar-es-la-energia-obtenida.html>

Véase en la sección de anexos la cotización realizada por la empresa Proviento, para el campus Cumbayá de la USFQ, así como las cantidades y tipos de paneles recomendados para satisfacer las necesidades de una primera fase de implementación en la institución.

### **3 METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Justificación de la metodología seleccionada**

La metodología escogida para responder a la pregunta de investigación es la de método híbrido. Es decir una combinación entre métodos cuantitativos y cualitativos. Al tratarse de una investigación que maneja tanto datos numéricos como datos sociales e históricos, es necesario el poder relacionar los dos tipos de datos para poder llegar a los resultados buscados.

A lo largo del estudio será necesario implementar métodos cuantitativos sobre todo en las partes técnicas y de carácter financiero de los análisis, y por otro lado se acudirá a los métodos cualitativos en lo que se refiere a las tendencias y políticas propuestas.

A continuación se presentan las herramientas, participantes, características especiales, fuentes y propuestas para cada uno de los 4 objetivos específicos que se han planteado para esta investigación.

#### **3.2 Objetivo 1: Estudiar la posibilidad de implementar una política interna de reducción de consumo de energía eléctrica.**

##### **3.2.1 Herramienta de investigación utilizada para el estudio**

Para el desarrollo de este objetivo se comenzará con la revisión de las herramientas como documentos existentes acerca de las políticas ya implementadas en universidades e instituciones de similares características a las de la USFQ. Seguidamente, se implementará un estudio del caso, para conocer cuáles son las áreas específicas en las cuales es viable

comenzar aplicando las políticas. Finalmente una explicación detallada de las características presentadas en cada punto de la política propuesta.

### **3.2.2 Descripción de participantes**

Para el desarrollo de esta parte de la investigación se requiere de la participación de la población total del campus (6000 estudiantes y 450 profesores y staff), además de las personas indirectamente relacionadas con la universidad, quienes visitan el campus esporádicamente. Cabe mencionar que no existe una muestra como tal para el estudio, ya que por la naturaleza del mismo se sabe que directa o indirectamente toda la población del campus juega un papel en el consumo de energía eléctrica dentro del mismo. Es por ello que las políticas van enfocadas a todos, sin embargo, sí se espera que una parte determinada de la población, como son el personal de limpieza y seguridad, cumpla funciones específicas. Además de este grupo de personas, se espera contar con la participación de organizaciones estudiantiles internas como es el GOBE (Gobierno Estudiantil), para poder promover y concientizar sobretodo a los estudiantes sobre la importancia de la implementación de políticas.

### **3.2.3 Fuentes y recolección de datos**

La información utilizada para esta parte específica del estudio proviene de diferentes informes publicados en canales electrónicos sobre implementación de políticas en instituciones educativas, industriales, y en diferentes tipos de hogares, tanto por las mismas instituciones (por sus diferentes departamentos o personas especializados en el área) y por organizaciones y empresas aparte que llevaron a cabo el estudio para, posteriormente, proponer las diferentes políticas descritas, como es el caso de la Empresa

Eléctrica Quito. Los casos revisados en las fuentes de información son pertenecientes tanto al Ecuador como a diferentes países del mundo como Estados Unidos, España, etc.

Por otro lado también se revisaron publicaciones académicas para poder respaldar la información técnica y específica de las políticas descritas como en el caso de la “energía fantasma”, en bases de datos como EBSCO, por medio de la Biblioteca de la USFQ.

Lo que se buscó en estas fuentes de información fue que hablen de casos lo más cercanos posible al estado actual del campus Cumbayá y que enfoquen sus propuestas a buscar soluciones en cuanto a disminuir el consumo de energía eléctrica de la locación en la cual se están aplicando dichas propuestas. Otra característica o criterio de búsqueda fue el dar prioridad a aquellas fuentes que dan prioridad a la tecnología y que su enfoque se a lo menos invasivo en cuanto a las actividades que la población de estudiantes tenga que hacer.

#### **3.2.4 Diseño y metodología**

Una vez revisada la información disponible para poder tomar las políticas que mejor se adapten a la realidad actual del campus, sus instalaciones, equipos, y en fin, características específicas para el mismo, se procederá a redactar la lista de políticas a implementarse, con su respectiva explicación. Dentro de la misma se especifican las personas que tendrán funciones específicas que cumplir y las respectivas instrucciones.

A continuación se presenta el listado de políticas a implementarse en esta fase del estudio:

### ***3.2.4.1 Políticas internas de ahorro y consumo responsable de energía eléctrica***

#### **Buscar requerimientos de cambio de tecnología:**

Se tiene que aclarar que esta es una pauta para iniciar con el objetivo específico 3 del estudio (Implementación estratégica de dispositivos tecnológicos), en donde específicamente se señalan los dispositivos que se sugiere implementar para hacer más eficiente el consumo de energía eléctrica. Con este primer lineamiento se quiere explicar las mejores formas para poder evaluar si es que un dispositivo necesita ser reemplazado y establecer una rutina de evaluación.

Dicho esto, el buscar requerimientos de cambio de tecnología se refiere a la evaluación y búsqueda de equipos y sistemas que pueden haber superado sus años de vida eficientes, lo cual provoca que el consumo de energía eléctrica no sea el adecuado. Por otro lado también es necesario que periódicamente se les dé mantenimiento, para asegurar que su funcionamiento sea óptimo, caso contrario reportar el incidente y solicitar un cambio. El cambio debe ser por tecnología actual, que implementa sistemas adecuados que aseguran un funcionamiento más eficiente.

A continuación se presenta la tabla 1 en la que se muestra la esperanza de vida de un equipo eléctrico, antes de que el mismo tenga que ser reemplazado:

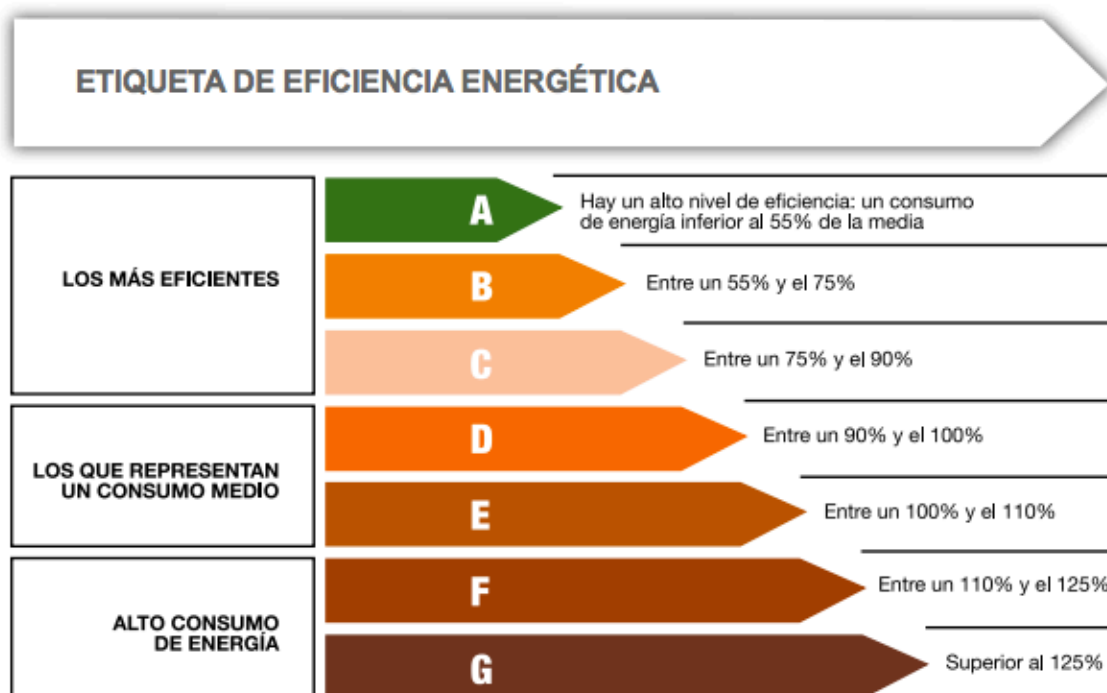
Tabla 1.- Los equipos listados en la tabla son aquellos que se pueden encontrar comúnmente dentro de un campus universitario. Se proporcionan datos de la cantidad de años mínima esperada para cada uno, la cantidad máxima esperada y el promedio para cada uno.

Principales Equipos	Esperanza de vida en años		
	Baja	Alta	Promedio
Compactadores	4	10	7
Lavaplatos	3	18	11
Trituradores	9	14	12
Secadoras eléctricas	8	15	12
Secadoras a gas	8	15	12
Congeladores	8	16	12
Hornos microondas	7	12	10
Cocinas eléctricas	12	19	16
Cocinas a gas	14	22	18
Refrigeradoras	10	16	13
Lavadoras	7	14	11
Calentadores electr. de agua	4	20	12
Calentadores a gas de agua	7	15	11

(Adaptación de la tabla: THE LIFE EXPECTANCY/REPLACEMENT PICTURE.) (Appliance magazine, 2011).

Esta tabla muestra los promedios de vida de cada equipo mencionado, desde los que se ha calculado que duran menos tiempo, hasta los que mejores resultados han tenido después de varios años de trabajo. Por ejemplo, tomando el caso de las refrigeradoras, se muestra que el rango calculado va de 10 años que representa lo mínimo que una

refrigeradora en promedio dura y 16 años es el tiempo máximo que se calcula una refrigeradora dura. Estos datos nos dan como resultado un promedio de 13 años con el cual se puede evaluar el estado actual de los equipos activos en el campus.



*Imagen No. 5.- Modelo de etiqueta comúnmente encontrada en equipos eléctricos en la que se detalla su consumo de energía y se lo clasifica por colores que hacen más sencilla la tarea de identificar aquellos que son más eficientes.*

(Universidad Politécnica de Valencia, 2011)

Estas etiquetas o similares se pueden encontrar en los equipos eléctricos mismo o en sus catálogos de descripción. En ella se muestra información del nivel de consumo de energía que tiene dicho equipo desde el más alto consumo ilustrado en la franja G hasta el de menor consumo y mayor eficiencia ilustrado en la franja A. Se puede leer información sobre los porcentajes de consumo en la parte derecha de cada franja.

En el caso de los sistemas de aire acondicionado se tienen que tomar en cuenta 3 factores esenciales al momento de evaluarlo, comenzando principalmente por su esperanza



de vida. La mayoría de unidades de aire acondicionado tienen una esperanza de vida de entre 8 y 12 años, después de este tiempo los mismos se convierten en equipos costosos de reparar y constantemente necesitan mantenimiento, lo cual es difícil de llevar a cabo ya que es probable que las piezas de repuesto ya estén discontinuadas.

El segundo aspecto que se tiene que considerar es su eficiencia. Al realizar mantenimientos continuos a unidades que ya han sobrepasado el tiempo de vida útil establecido, se mantiene dicha unidad funcionando por el tiempo que dure el mantenimiento realizado. Sin embargo se estarían perdiendo unidades S.E.E.R. (Índice de rentabilidad de energía estacional, por sus siglas en inglés) que con nuevos equipos se obtienen, aumentando el nivel de eficiencia y ahorrando dinero. Por ejemplo, se puede tener una unidad de 10 S.E.E.R., la cual obtiene dichas unidades de medida de enfriamiento por una cantidad determinada de energía eléctrica; mientras que con un equipo nuevo se podrían obtener 14 unidades S.E.E.R. de enfriamiento con la misma cantidad de energía eléctrica, y es así como se lograría un ahorro de hasta el 40% o 60% de energía y también de dinero.

Finalmente el tercer factor que se debe considerar es el estado actual de las unidades. Es necesario llevar un historial de las reparaciones que se han realizado a cada una de las unidades para poder determinar si es que han sido en plazos cortos de tiempo, si son reparaciones recurrentes o algún otro dato importante que permita decidir si es que resulta mejor realizar el cambio definitivo de unidad. (Ra-Jac, 2010).

Por otro lado, para lograr la máxima eficiencia en cuando a la luz artificial, no es suficiente con eliminar al máximo las fuentes de bloqueo de luz natural, como cortinas, objetos que tapen las ventanas, muebles que impidan que la luz llegue a toda la habitación, etc. Es necesario poder limpiar las diferentes luminarias por lo menos una vez al año, ya

que por efectos de acumulación de polvo se puede estar perdiendo hasta un 20% de la iluminación proporcionada. Para ello y por seguridad a continuación se listan los pasos que se deben seguir al momento de limpiar las diferentes luminarias:

- Apagar la luminaria que se va a limpiar y en lo posible desconectar la energía eléctrica.
- Esperar a que la luminaria se enfríe para evitar quemaduras y que la misma estalle por efectos de la manipulación.
- Una vez desacoplada, con un paño suave se procede a limpiar la luminaria. Se puede humedecer el paño con una mezcla en partes de iguales de agua y alcohol o de agua y amoníaco.
- Una vez terminada la limpieza se tiene que esperar hasta que la luminaria este completamente seca antes de reconectarla para evitar corto circuitos.

Adicionalmente a estos pasos, se recomienda mantener ventanas, tragaluces, domos, etc. Limpios en todo momento, para poder permitir el ingreso de luz natural. (Eroski Consumer, 2006).

Los diferentes puntos tratados deberán ser llevados a cabo por el personal de cocina, mantenimiento, planta física y técnicos externos.

**Cambios en las prácticas de operación / Cambios en las prácticas de operación en clases, talleres/bodegas y laboratorios:**

Se entienden como prácticas de operación a todas las actividades que realizan los diferentes departamentos dentro del campus diariamente como parte de sus actividades productivas, ya sean en laboratorios, clases, oficinas, bodegas, auditorios, clínicas, etc.

Este punto se refiere a la optimización de los procesos productivos. Específicamente en la forma en la que se utilizan los equipos eléctricos a su disposición. Computadoras, teléfonos, lámparas, focos, equipos de sonido, impresoras, etc. Se aplica a todo el personal administrativo y profesores que cuentan con oficinas dentro del campus, personal de seguridad y limpieza, quienes deberán seguir los pasos detallados a continuación en sus diferentes estaciones y ayudar a ver que se cumplan durante sus recorridos por las instalaciones del campus.

Para el uso eficiente de sus equipos es necesario que:

- Se apaguen los monitores de sus computadoras durante períodos en los que no se los esté usando (apagado completo, no reposo). Esto aplica durante llamadas telefónicas en las que por un tiempo no le estarán prestando atención al monitor, visitas o reuniones imprevistas, salidas al baño y cualquier otro período corto en el que no se vaya a usar el monitor. Para períodos más largos el equipo completo se deberá apagar, para evitar el “consumo fantasma”. Se recomienda la implementación de recordatorios fáciles de ubicar en los monitores o cerca de los mismos.
- Aprovechar al máximo la luz natural. Si la oficina o lugar de trabajo cuenta con ventanas, procurar mantener las cortinas abiertas y de ser posible la puerta, para

que la luz natural pueda ingresar y de esa forma disminuir la cantidad de luminarias encendidas.

- Nunca dejar encendidas las luces de las oficinas en ausencia. Se recomienda la implementación de recordatorios llamativos en los interruptores y en las puertas de las oficinas, donde puedan ser vistos con mayor facilidad al momento de salir de la misma.
- Usar solo las luminarias necesarias para la acción que se esté realizando, el resto deben permanecer apagadas. Implementar la regla 3-1 De cada 3 focos encendidos apagar 1.
- Desarrollar un horario y/o cronograma para evitar el uso de excesivo de luz artificial. Coordinar con otras personas horarios para estar bajo la misma luz. Si es que es posible desarrollar la actividad que se estaba llevando a cabo en una sala con varias personas bajo la misma luminaria se disminuye el consumo de energía eléctrica.

Una de las principales características de lugares como bodegas, auditorios, coliseo, etc. Es que tienen la mayor cantidad de luminarias de alto consumo energético. En espacios grandes en los cuales se requieren varios sets de focos prendidos a la vez para poder cubrir toda el área, como el hall principal y biblioteca se requiere:

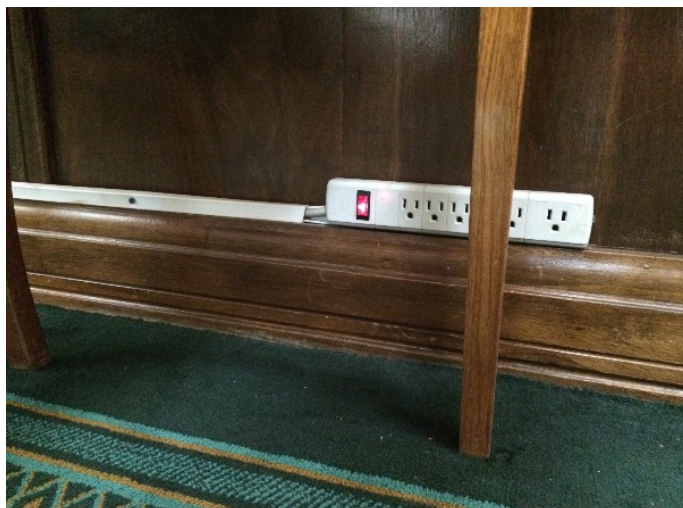
- Conforme avance el día y se disponga de luz natural, así como la cantidad de gente que se encuentra en dicha locación, se apaguen un tercio de los sets prendidos normalmente, lo cual no causa mayor diferencia. De cada 3 focos apagar uno conforme la demanda de luz lo permita.

- Establecer un sistema estricto de horarios para uso de coliseo y auditorios en los que se limite el uso de energía eléctrica. Entiéndase que las luminarias no pueden permanecer encendidas por más tiempo del que se solicitó la locación como tal.
- Se proceda a apagar tanto los focos como proyectores o televisores de las clases que no están en uso. Para esto es necesaria la ayuda del personal tanto de limpieza como de seguridad, quienes deberán proceder a apagar luces y equipos que no estén en uso.
- Centralización de toma corrientes: uso de regletas para poder desconectar simultáneamente los artefactos eléctricos con un botón. De esta forma se evita el “consumo fantasma”, que se refiere a la cantidad de energía que los aparatos consumen aún estando apagados. Por medio del uso de regletas se hace mas simple el poder desconectar varios equipos al mismo tiempo, siempre y cuando se apague la regleta al finalizar la jornada laboral o cuando va a haber un largo tiempo en el que no se van a usar los equipos.

*Regletas instaladas en el segundo piso de la Biblioteca*



*Imagen No. 6.- Regleta apagada. Biblioteca 2do piso.*



*Imagen No. 7.- Regleta encendida. Biblioteca 2do piso.*



*Imagen No. 8.- Segundo piso de la biblioteca, sábado 10 am.*



*Imagen No. 9.- Biblioteca 1er piso. Sábado por la mañana.*



*Imagen No. 10.- Biblioteca 2do piso. Área de ingreso a los baños y gradas para el 3er piso. Sábado en la mañana.*

## **Minimizar el consumo fantasma**

Se considera consumo fantasma al consumo que realizan los artefactos que se encuentran en modo “Standby” activo o apagados completamente pero que siguen conectados. Todo tipo de artefacto eléctrico contribuye en el consumo fantasma mientras esté conectado. Desde un cargador de celular hasta un equipo industrial. (IEA, 2014)

Se requiere que todo equipo que este apagado y que no requiera en absoluto el permanecer conecta a la fuente de energía sea desconectado, se recomienda el implemento de regletas para poder desconectar varios equipos simultáneamente, como se menciona en el punto anterior. Entre estos equipos se pueden encontrar:

- Cargadores (celular, tabletas, etc.)
- Equipos de sonido
- Pantallas de tv. Plasma, LCD, etc.
- Computadores
- Electrodomésticos
- Lámparas
- Cargadores de computadora
- Copiadoras
- Equipos de laboratorio
- Etc.

Como ejemplo podemos mencionar que una fotocopiadora promedio que se queda encendida durante la noche, puede consumir energía suficiente como para hacer 1500 fotocopias. (SGA UPV, 2011).



Se recomienda de igual forma el implementar recordatorios llamativos, como etiquetas en los diferentes equipos, para que las personas a cargo recuerden apagar y desconectar los mismos. En este punto es necesaria la participación activa de: Profesores, administrativos, personal de seguridad, mantenimiento y limpieza. Quienes deberán verificar que en sus áreas de trabajo no se quede nada encendido o conectado y por otro lado en el caso de seguridad y limpieza realizar la misma verificación en las aulas de clase, laboratorios, auditorios, etc.

### **Etiquetado y bloqueo**

Una de las razones por las cuales puede ser que no se tome la iniciativa de desconectar algo o apagar un sistema que a simple vista no esta siendo utilizado, es que no se conoce las razones por las cuales se ha dejado encendido dicho sistema, foco, o por que se ha dejado conectado un cable, cargador, etc. En especial en las zonas de laboratorios, bodegas y talleres. Por ello, y como medida de seguridad, se sugiere implementar etiquetas (señaléticas) que expliquen la razón o el peligro de apagar o desconectar un determinado equipo o sistema, y si es el caso, utilizar un bloqueo de seguridad para evitar que se apague o desconecte, usados principalmente en industrias. Caso contrario proceder a desconectar y apagar.

En cada bloqueo y/o etiqueta se deben especificar los nombres de las personas responsables, fecha y la razón por la cual se ha procedido a bloquear dicho interruptor, por ejemplo. Tal como se muestra en las siguientes imágenes:



*Imagen No. 11.- Candado y etiqueta en “Breakers”.*



*Imagen No. 12.- Candado y etiqueta en caja de interruptores.*

(Prevención segura, 2010) <http://cheleandoporlaprevencion.blogspot.com/2010/11/importancia-de-sistemas-de-bloqueo-y.html>

Este sistema permitirá que el punto anterior sea llevado a cabo con seguridad y facilidad, ya que toda luminaria, equipo, enchufe o dispositivo que no tenga una etiqueta o bloqueo y que claramente no está siendo usado, debe ser apagado y/o desconectado. Los responsables del manejo del etiquetado debe ser el personal de planta física, a quienes se

les debe contactar en el caso de requerir realizar un bloqueo o etiquetado en algún equipo específico.

*Tabla 2.- Responsables del cumplimiento de las tareas asignadas. Descripción de las tareas asignadas y observaciones individuales a las mismas.*

Responsable/s	Descripción	Observaciones
Personal de cocina Mantenimiento Planta física Técnicos externos.	<p><b>Buscar requerimientos de cambio de tecnología:</b> Se refiere a la actualización de equipos que están a punto de superara su período de vida útil o que ya son obsoletos. El cambio debe ser por tecnología actual, que implementa sistemas adecuados que aseguran un funcionamiento más eficiente.</p> <p>Mantenimiento preventivo de equipos.</p> <p>Limpieza de luminarias: Constantemente se tienen que limpiar los diferentes focos, sobretodo los de gran capacidad ya que tienden a ser más grandes y por lo tanto ensuciarse mas. Un foco sucio puede disminuir en un 20% su capacidad. (EEQ, 2014)</p>	<p>Se aplica a todos los equipos que se implementan en: las cocinas, oficinas, clases, laboratorios, techos (equipos de aire acondicionado), etc.</p> <p>La inversión en la renovación de dichos equipos debe ser recuperable en el corto o mediano plazo ya que entre otras cosas se produce un ahorro de materias primas, mejoramiento de la productividad y ahorro energético. (Arroyave &amp; Garcés. 2006)</p>
Administrativos Profesores Personal de seguridad Personal de limpieza	<p><b>Cambios en las prácticas de operación:</b> Optimización de los procesos productivos. Específicamente en la forma en la que se utilizan los equipos eléctricos a su</p>	<p>Para el uso eficiente de equipos se pide que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se apaguen los monitores de las computadoras durante períodos en los que no se los esté usando</li> </ul>

	<p>disposición. Computadoras, teléfonos, lámparas, focos, equipos de sonido, impresoras, etc.</p> <p>Evitar el “consumo fantasma” (EQQ, 2014)</p>	<p>(apagado completo, no reposo). Esto aplica durante llamadas telefónicas en las que por un tiempo no le estarán prestando atención al monitor, visitas o reuniones imprevistas, salidas al baño y cualquier otro período corto en el que no se vaya a usar el monitor. Para períodos más largos el equipo completo se deberá apagar y en lo posible desconectar, para evitar el “consumo fantasma”.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechar al máximo la luz natural.</li> <li>• Nunca dejar encendidas las luces de las oficinas en ausencia.</li> <li>• Usar solo las luminarias necesarias para la acción que se esté realizando, el resto deben permanecer apagadas. Implementar la regla 3-1 De cada 3 focos encendidos apagar 1.</li> <li>• Desarrollar un horario y cronograma para evitar el uso de excesivo de luz artificial. Coordinar con otras personas horarios para estar bajo la misma luz.</li> </ul>
<p>Administrativos Profesores Personal de seguridad Personal de limpieza</p>	<p><b>Cambios en las prácticas de operación en clases, talleres/bodegas y laboratorios:</b> Una de las principales características de</p>	<p>Se requiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conforme avance el día y se disponga de luz natural, así como la cantidad de gente que se encuentra en</li> </ul>

	<p>lugares como bodegas, auditorios, coliseo, etc. Es que tienen la mayor cantidad de luminarias de alto consumo energético.</p> <p>Evitar el “consumo fantasma.”</p> <p>Centralización de toma corrientes: uso de regletas para poder desconectar simultáneamente los artefactos eléctricos con un botón.</p>	<p>dicha locación, se apaguen un tercio de los sets prendidos normalmente, lo cual no causa mayor diferencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un sistema estricto de horarios para uso de coliseo y auditorios en los que se limite el uso de energía eléctrica.</li> <li>• Se proceda a apagar tanto los focos como proyectores o televisores de las clases que no están en uso.</li> </ul>
<p>Profesores, Administrativos, personal de seguridad, mantenimiento y limpieza.</p>	<p><b>Minimizar el consumo fantasma:</b> Se considera consumo fantasma al consumo que realizan los artefactos que se encuentran en modo “Standby” activo o apagados completamente pero que siguen conectados. Todo tipo de artefacto eléctrico contribuye en el consumo fantasma mientras esté conectado. Desde un cargador de celular hasta un equipo industrial. (IEA, 2014)</p>	<p>Todo dispositivo que no requiera permanecer enchufado hasta su próximo uso debe ser desconectado, no basta con dejarlo en modo “Standby” o apagado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargadores (celular, tabletas, etc.)</li> <li>• Equipos de sonido</li> <li>• Pantallas de tv</li> <li>• Computadores</li> <li>• Electrodomésticos</li> <li>• Lámparas</li> <li>• Cargadores de computadora</li> </ul>
<p>Planta Física</p>	<p><b>Etiquetado y bloqueo:</b> Como medida de seguridad se deben poder etiquetas (señaléticas) que expliquen la razón o el peligro de apagar o desconectar equipos o interruptores, y si es el caso, utilizar un bloqueo de seguridad para evitar que se apague o desconecte. Caso contrario</p>	<p>Toda luminaria, equipo, enchufe o dispositivo que no tenga una etiqueta o bloqueo y que claramente no esta siendo usado, debe ser apagado o desconectado.</p>

	proceder a desconectar y apagar.	
--	----------------------------------	--

### **3.3 Objetivo 2: Auditorías en cocinas del campus**

#### **3.3.1 Herramienta de investigación utilizada para el estudio**

Para el desarrollo de este segundo objetivo se comenzará con la revisión de las herramientas como documentos existentes acerca de las especificaciones ya implementadas en cocinas dentro de universidades, restaurantes e instituciones de similares características a las de la USFQ. Seguidamente, se desarrollará una lista de aspectos importantes que deben cumplirse para lograr una máxima eficiencia en las diferentes cocinas de la universidad, la misma que será usada durante una visita programada a las cocinas, para poder constatar qué puntos están siendo cumplidos y en cuáles se puede mejorar.

#### **3.3.2 Descripción de participantes**

Para el desarrollo de este objetivo las personas que van a estar a cargo de realizar las verificaciones especificadas en el estudio son:

Marco Andrés Corrales, estudiante tesista.

Alexandra Velasco, MBA. Directora de Tesis

Valeria Ochoa, PhD. En Bioremediación.

Con la dirección de Mario Jiménez, jefe de cocinas.

### 3.3.3 Características especiales relacionadas con el estudio

Es importante mencionar que es necesario el realizar auditorías técnicas anualmente, llevadas a cabo por instituciones certificadas, por ejemplo, la empresa Eléctrica Quito, para asegurar que no existan fugas de energía eléctrica, gas, agua, entre otras cosas. Hablando específicamente de energía eléctrica, el llevar un registro de consumo de los últimos tres años permite tener una idea de los aumentos y disminuciones de la demanda de energía conforme se van actualizando los equipos, la demanda de trabajo en la cocina aumenta o disminuye, etc.

Como se mencionó anteriormente en las políticas internas de ahorro y consumo de energía, constantemente se debe realizar el mantenimiento de los equipos de climatización de las cocinas como el aire acondicionado, ventiladores y, de ser el caso, calefacción. (GB Santa Bárbara, 2009)

Adicionalmente se recomienda:

- Cubrir con mantas de aislamiento térmico los ductos de ventilación, como se muestra en la imagen:



*Imagen No. 13.- Ductos de ventilación aislados.*



*Imagen No. 14.- Rollo de aislante para ductos de ventilación.*

Actualmente existen ductos que no han sido aislados como lo muestran las siguientes imágenes tomadas en las afueras del edificio Epicuro, primer piso y en las terrazas donde se encuentran las unidades de aire acondicionado de la biblioteca:





*Imagen No. 15.- Ducto de ventilación sin aislante en contacto directo con una unidad de aire acondicionado.*



*Imagen No. 16.- Unidades de aire acondicionado y ductos de ventilación sin aislantes. Ventanas del 2do piso de la Biblioteca.*

- Limpiar los filtros fijos con detergentes suaves cada dos meses y cambiar con la misma frecuencia de tiempo los filtros desechables del sistema.
- Cada año se deben hacer inspecciones a los ductos para confirmar que no existan fugas u obstrucciones.
- Mantener los extractores libres de pelusa y cualquier tipo de suciedad que se pueda acumular y dificultar su funcionamiento normal.
- Antes de realizar una compra de equipo consultar con la mayor cantidad de fuentes las características y funciones que tiene el equipo para que dicha compra resulte eficiente.
- Considerar los cambios tecnológicos sugeridos en la sección de estrategias tecnológicas de este trabajo, como el cambio de luminarias, la implementación de sensores de movimiento, etc.

### **3.3.4 Fuentes y recolección de datos**

La información utilizada para esta parte del estudio proviene de diferentes informes publicados en canales electrónicos sobre implementación de políticas en cocinas de restaurantes varios, cocinas dentro de instituciones e información de fabricantes de distintos productos encontrados normalmente en las cocinas. Por otro lado la principal característica o criterio de búsqueda fue el poner especial atención a aquellas fuentes que dan prioridad al uso de la tecnología.

La información respecto al estado de las cocinas fue tomada por miembros del personal designado a cada una de las cocinas.

### 3.3.5 Diseño y metodología

Hay que entender que al momento de evaluar las condiciones de consumo en las cocinas, estas son consideradas, aparte de las modificaciones para la adaptación de los equipos que contienen, como un cuarto más dentro de la edificación, por lo que las políticas de ahorro y consumo van de la mano con la lista de requerimientos específicos para estas áreas. Por ejemplo, en el caso de contar con entradas de luz natural como ventanas o tragaluces, estos deben estar limpios y se debe reducir al máximo la interferencia de ingreso de luz natural ocasionada por muebles, persianas, equipos, etc.

En cuanto a la luz artificial, cambiar los tipos de luminarias por tecnología LED y focos incandescentes T- 8 (para mayor información revisar el objetivo “estrategias tecnológicas”).

Los refrigeradores son, después de los aires acondicionados y calefactores, los equipos que más energía eléctrica consumen. Estos electrodomésticos en comparación con los otros que se pueden encontrar en una cocina son relativamente enormes y su funcionamiento es prolongado, casi nunca se los desconecta durante su vida útil, y trabajan las 24 horas del día. Por ello, es necesario realizar el cambio del equipo después de que ha cumplido sus años útiles. (refiérase a la tabla 3.1)

Finalmente, junto con las revisiones técnicas anuales, es recomendable buscar recursos disponibles para capacitar al personal en prácticas para conservar la energía eléctrica.

Para lograr el objetivo planteado de realizar una auditoría a las cocinas del campus de la USFQ se ha adaptado la siguiente lista del libro guía para restaurantes de “Green Business, 2010”:

*Las especificaciones marcadas con un \* (asterisco) cuentan con una explicación detallada al final de la tabla.*

*Tabla 3.- Adaptación del libro guía para restaurantes de “Green Business, 2010, para las cocinas del campus Cumbayá de la USFQ.*

Descripción	Cumple	No cumple	No aplica	Observaciones
Despejar las entradas de luz natural				
Aislar las tuberías de agua caliente				
*Identificar áreas 3-1 (iluminación)				
*Ubicar las máquinas expendedoras (con refrigeración) en lugares frescos				
No tener refrigeradores con más de 10 años de uso				
*Aplicar láminas con protección solar en las ventanas				
Mantener limpias las diferentes luminarias				

*Mantener los motores de los refrigeradores libres de pelusa, polvo, grasa, etc.				
Colores vivos que maximicen la luz natural y artificial				
*Disponer de cortinas de paso al ingreso de los cuartos fríos				
Verificar que las puertas de los refrigeradores estén alineadas				
*Verificar que los cauchos de las puertas de los refrigeradores estén en buen estado				

**\*Identificar áreas 3-1 (iluminación):** Identificar zonas en las que existen varias luminarias encendidas y analizar la posibilidad de apagar 1 luminaria por cada 3 encendidas.

**\*Ubicar las máquinas expendedoras (con refrigeración) en lugares frescos:**  
Evitar que el entorno de las maquinas enfriadoras sea muy caliente. No ponerlas en lugares en donde la luz del sol les llega directamente, cerca de luminarias que se calienten en

exceso y en lo posible no junto a otras maquinas ya que el calor producido por los motores contiguos exige que el motor de la misma consuma mas energía.

**\*Aplicar láminas con protección solar en las ventanas:** Uno de los motivos por los que se tapan con cortinas y persianas las ventanas y entradas de luz natural es el calor que viene acompañado con ella, es por eso que se recomienda el uso de láminas con protección UV, que permiten el ingreso de luz solar pero repelen una gran cantidad de rayos solares causantes del aumento de temperatura.

**\*Mantener los motores de los refrigeradores libres de pelusa, polvo, grasa, etc.:** Los motores de estos equipos en su mayoría están ubicados al ras del piso generalmente pegados a una pared o en lugares reducidos en donde es común que se acumulen pelusas y otros elementos como grasa que están en el ambiente. Dichos elementos obstruyen la ventilación de los motores y hace que su eficiencia disminuya, por ello es importante limpiarlos por lo menos dos veces al año.

**\*Disponer de cortinas de paso al ingreso de los cuartos fríos:** Las cortinas plásticas instaladas en las puertas de los congeladores o cuartos fríos ayudan a mantener el frío producido por los motores en el interior del cuarto como tal, evitando que cada vez que la puerta se abre el calor del exterior ingrese provocando que los motores requieran más energía para compensar la temperatura.

**\*Verificar que los cauchos de las puertas de los refrigeradores estén en buen estado:** Ya sea por el tipo de uso o por los años de vida del equipo los cauchos pueden desgastarse y no sellar por completo las puertas de las refrigeradoras y congeladores,

provocando que el frío no sea contenido y que los motores tengan que trabajar más y por consiguiente usar más energía eléctrica.

### **3.4 Objetivo 3: Crear una estrategia tecnológica de reducción de consumo de energía eléctrica.**

#### **3.4.1 Herramienta de investigación utilizada para el estudio**

Se recomienda un desarrollo experimental en este objetivo así como se lo ha hecho para los anteriores. Para ello, es necesario comenzar con la recolección de datos base con los se realizarán comparaciones con los datos obtenidos una vez realizados los cambios tecnológicos propuestos a continuación y de esa forma comprobar el grado de efectividad que éstos tienen en cuanto al ahorro de energía eléctrica del campus.

#### **3.4.2 Descripción de participantes**

Los participantes principales tanto para el desarrollo experimental como para la aplicación definitiva son:

- Planta física: encargados de la instalación y mantenimiento de los equipos.
- Cocina: (personal de cocina) Ya que los equipos y el funcionamiento de las cocinas difieren de los equipos y operaciones “comunes” del resto del campus, es necesario que el personal participe activamente con las especificaciones de este objetivo, identificando nuevas posibilidades de implementación de tecnología que ayude en el ahorro, durante las operaciones normales de la cocina.

- Oficina de innovación: Será la encargada de procesar los datos proporcionados tanto en la fase base como en la aplicada, para poder evaluar los resultados y tomar decisiones estratégicas en base a estos.

### **3.4.3 Fuentes y recolección de datos**

Ya que cada uno de los objetivos específicos se encuentra relacionado con los demás, la información recolectada para este nuevo objetivo es complementada con datos proporcionados por almacenes como Kywi, Ferrisariato, El Foco, entre otros. Para verificar precios y especificaciones de los diferentes equipos recomendados. De la misma forma en cuanto a los Softwares de automatización y de administración de consumo, se han revisado informes de universidades en Estados Unidos y España, así como de proveedores como Schneider, los cuales se especializan en estrategias de ahorro y eficiencia de energía eléctrica.

### **3.4.4 Diseño y metodología**

Como primer paso se recomienda identificar las áreas internas y externas en las que constantemente se requiera de luz artificial, ya sea por que es una zona en la que no existen vías de ingreso de luz natural, zonas que requieren por seguridad que estén iluminadas a determinadas horas del día y/o zonas en las que la frecuencia de visita o paso de personas es variable por lo que no hay forma de con exactitud en que horarios dejar prendidas las luminarias y cuando apagarlas.



Se han identificado previamente estas zonas como candidatas para la instalación de sensores de movimiento:

Pasillos y corredores (internos y externos) principalmente del edificio Maxwell, Einstein, Sócrates, Aristóteles, Casa Blanca, Epicuro, Eugenio Espejo, Newton y Da Vinci. Y en los diferentes baños, para los cuales se recomienda realizar una combinación entre zonas constantemente iluminadas y otras controladas por sensores, como se muestra en las fotografías:



*Imagen No. 17.- Baño de hombres, biblioteca 2do piso. Sábado por la mañana.*



*Imagen No. 18.- Baño de hombres, biblioteca 2do piso.*

Las zona de lavabos puede ser controlada con sensores, ya que se encuentra en la entrada del baño, mientras que la zona de los servicios puede permanecer encendida o asistida por temporizadores.



*Imagen No. 19.- Biblioteca, gradas 2do piso, pasillo tercer piso.*

Los pasillo, escaleras (que no se quedan con muy poca luz al apagar sus luminarias) y zonas de paso comunes como se muestran en la fotografía son lugares en los que de igual forma se recomienda la implementación de sensores ya que la permanencia de las personas en dichos lugares en promedio no es extensa, por ello son consideradas zonas de paso.

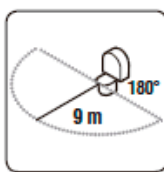
A continuación se presentan los tipos de sensores que se recomienda implementar en el campus tanto interna como externamente. Los detalles de los precios por unidad y al mayor se encuentran en el siguiente capítulo “Análisis de datos”: *(Las imágenes y datos fueron obtenidos del catálogo de VOLTECH, 2014.*

<http://www.voltech.com.mx/catalogo.php?pag=351&sel=23>)

## Para exterior

- > Fabricado en policarbonato
- > Para lámparas fluorescentes o incandescentes

ESPECIFICACIONES	
Ángulo de detección:	0° - 180°
Cobertura:	9 m
Tensión:	120 V



Cumple con la norma: NMX-J-508-AA

*Imagen No. 20.- Sensor de movimiento para exteriores.*

### ***Para exterior:***

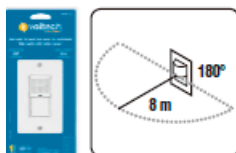
Este tipo de sensor puede ir en todos los pasillos de los exteriores del campus y en zonas de paso como entradas. Se caracteriza por tener la capacidad de direccionar su

receptor de movimiento y captar hasta 9m a su alrededor en un ángulo de 180 grados, como se puede ver en la ilustración.

### Con interruptor de pared

- > Fabricado en policarbonato
- > Para lámparas fluorescentes o incandescentes

ESPECIFICACIONES	
Ángulo de detección:	0° - 180°
Cobertura:	8 m
Tensión:	120 V



Cumple con la norma: NMX-J-508-A

*Imagen No. 21.- Sensor de movimiento con interruptor de pared.*

#### ***Con interruptor de pared:***

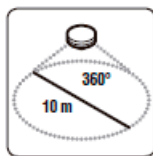
Este tipo de sensor tiene la característica especial de poder ser fácilmente prendido o apagado conforme se lo requiera, por ello se recomienda implementarlo en baños y en pasillos de menor tamaño, como son los pasillos internos de los diferentes edificios del campus, así como en áreas de paso comunes, como las gradas de la biblioteca. Su alcance es de 8m y su recepción es de 180 grados.

## Para techo

- > Fabricado en policarbonato
- > Para lámparas fluorescentes o incandescentes



ESPECIFICACIONES	
Ángulo de detección:	360°
Cobertura:	10 m
Tensión:	127 V



Cumple con la norma: NOM-J-508-ANCE

Imagen No. 22.- Sensor de movimiento para techos.

### ***Para techo:***

Este sensor es ideal para combinar los diferentes sets de luces en lugares abierto como los halls de los edificios, en los cuales se puede tener encendido constantemente solo un set de luces y el resto conectado a estos sensores cuyo alcance es de 10m y área de cobertura de 360 grados. Con lo cual se optimiza el consumo de energía eléctrica sin dejar de tener el área iluminada constantemente. Se recomienda hacer el mismo tipo de aplicación combinada en salas de espera.

Adicionalmente existen diferentes tipos de reguladores de intensidad para luminarias, los cuales permiten regular la cantidad de luz producida por uno o varios focos conectados al mismo, evitando que éstos trabajen al cien por ciento cada vez que se los encienda. Se recomienda la instalación de estos reguladores inicialmente en las oficinas tanto de profesores como del personal administrativo.



*Imagen No. 23.- Regulador de potencia para luminarias.*



*Imagen No. 24.- Regulador de potencia para luminarias con carcasa para pared.*

*Imágenes tomadas de [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com)*

Además se pueden complementar estos reguladores con temporizadores en lugares como cuartos fríos en las cocinas y clases. Permitiendo así que un profesor o alumno encienda las luces necesarias y que las mismas se apaguen después del tiempo designado para dicha clase.



*Imagen No. 25.- Temporizador de pared, para luminarias.*



*Imagen No. 26.- Temporizador digital para luminarias.*

A continuación se presentan fotografías de algunos de los lugares dentro del campus en los que se recomienda implementar los dispositivos previamente mencionados.

Corredores en los exteriores del área de cocina y bodegas:



*Imagen No. 27*



*Imagen No. 28*





*Imagen No. 29*



*Imagen No. 30*



*Imagen No. 31*



*Imagen No. 32*

Pasillos y clases edificio Da Vinci:



*Imagen No. 33*



*Imagen No. 34*



*Imagen No. 35.- Luminarias en pasillos, que permanecen encendidas durante el fin de semana.*



*Imagen No. 36.- Interruptores en los que se pueden implementar temporizadores.*

## Pasillos edificio Maxwell



*Imagen No. 37.- Interruptores en los que se pueden adaptar temporizadores.*



*Imagen No. 38.- Luminarias en pasillos que permanecen encendidas durante el fin de semana.*



*Imagen No. 39.- Interruptores en los que se puede poner temporizadores o sensores para evitar que las luminarias encendidas en la fotografía, permanezcan así a pesar de no haber nadie presente.*

Las fotografías fueron tomadas un día sábado entre las 10 y las 12 de la mañana, en ellas se puede observar que los pasillos y clases están vacíos, sin embargo las luminarias están encendidas, algo que se quiere evitar con la implementación de los sensores y temporizadores.

#### **Software de control de consumo:**

Existen diferentes programas en el mercado que permiten auto-apagar equipos como computadoras después de que ha pasado un tiempo sin que hayan sido usados, o también se los puede programar para apagar los equipos en determinado horario como el Auto-apagado para Windows. (UPV, 2012)

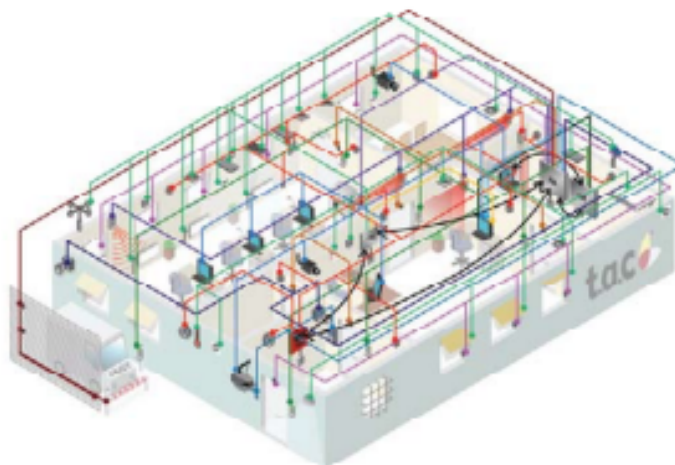
Por otro lado existen programas más avanzados que administran el consumo de energía por áreas y otras variables, como por ejemplo “Optimiser”.

Según la empresa “Constellation”, la gestión de energía es “la minimización estratégica del consumo de energía que se implementa de una manera que preserve las operaciones críticas y los niveles aceptables de confort humano dentro del edificio”. Esto es justamente lo que se quiere lograr por medio de este objetivo específico, dentro del campus.

Los diferentes programas (software) que el mercado ofrece, se encargan de conectar (interfaz) el sistema de automatización de los edificios a un ordenador o dispositivo móvil, con lo cual se proporciona información vital para que la persona encargada del control de consumo, pueda saber con exactitud los horarios en los que más energía se está implementando, las zonas específicas en las que se está consumiendo y sus horarios, el costo equivalente de la energía en uso, esfuerzo de la red y reportes de consumo en tiempo real, entre otras cosas. Con estos datos se espera lograr una planificación estratégica dentro del campus con la cual se reduzca gran parte del consumo de energía y la huella de carbono emitida por el mismo. Estas herramientas permiten poner un límite de consumo, distribuir de manera más eficiente la energía y programar los sistemas de auto-apagado. (Constellation, 2013)

Para poder llevar a cabo la implementación de sistemas de automatización y software, es necesario que el campus renueve sus equipos obsoletos y luminarias, siguiendo las especificaciones de reemplazo de los mismos conforme hayan cumplido sus años de vida. Por otro lado se sugiere la asistencia del personal calificado de las empresas proveedoras de dichos sistemas, con el fin de que se puedan identificar las adecuaciones necesarias para lograr que todos los sistemas puedan estar centralizados y que los programas puedan entrar en funcionamiento. En la siguiente imagen se puede apreciar

como están interconectados todos los sistemas para poder ser controlados desde una “central”, se lo puede ver como el sistema nervioso del campus.



*Imagen No. 40.- Red de conexiones para el funcionamiento de un software de gestión de consumo de energía.*

*Imagen tomada de:*

[file:///Users/macowner/Downloads/leading techniques for energy savings in colleges and universities%20\(1\).pdf](file:///Users/macowner/Downloads/leading%20techniques%20for%20energy%20savings%20in%20colleges%20and%20universities%20(1).pdf)

Se pueden encontrar programas tales como:

- Optimiser
- BACnet®
- Auto-apagado de Windows
- TCP/IP
- VirtuWatt™, el mas recomendado para el uso dentro del campus.

### **Luminarias:**

Ya que el campus Cumbayá de la USFQ implementa una amplia variedad de luminarias, es necesario el recomendar que se busque reemplazar la tecnología obsoleta de las mismas por luminarias de bajo consumo y mayor eficiencia como son los focos LED. A continuación se presentan los tipos de luminaria LED recomendadas por Renán Garcés,



gerente de Proviento, para el interior del Coliseo del campus. Tomando en cuenta que por el tamaño del mismo la demanda de luz artificial es bastante alta y en donde actualmente se están usando focos de mercurios de 175w, focos tipo reflector de 60w y focos de mercurio de 400w. Por medio de la implementación de estas luminarias se espera reducir la demanda de potencia en un 50% y de energía alrededor de 1600 KWh/mes con 12 horas de uso al día:

#### Luminaria de alta eficiencia CREE XSPR

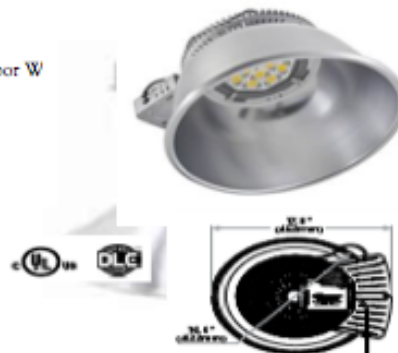
La mejor luminaria LED que existe en el mercado a un precio económico del líder en tecnología LED: CREE de EEUU  
 Potencia: 42W  
 Flujo Luminoso: 4100lm  
 Eficacia Luminosa: 100 lm/W  
 CCT: 5700K  
 CRI > 70  
 Vida útil: 92% de lumenes @ 50.000h  
 Garantía: 5 años  
 Fuente de Luz: 5 LEDs  
 Alimentación: AC 100~277V,50 / 60Hz  
 Material: Aluminio  
 Grado de Protección: IP65  
 Temperatura de Operación: -25°C~ +45°C  
 Dimensiones: 567 L X 250 W X 126 H (mm), 6kg  
 Origen: EEUU



*Imagen No. 41.- Luminarias de alta eficiencia CREE XSPR.*

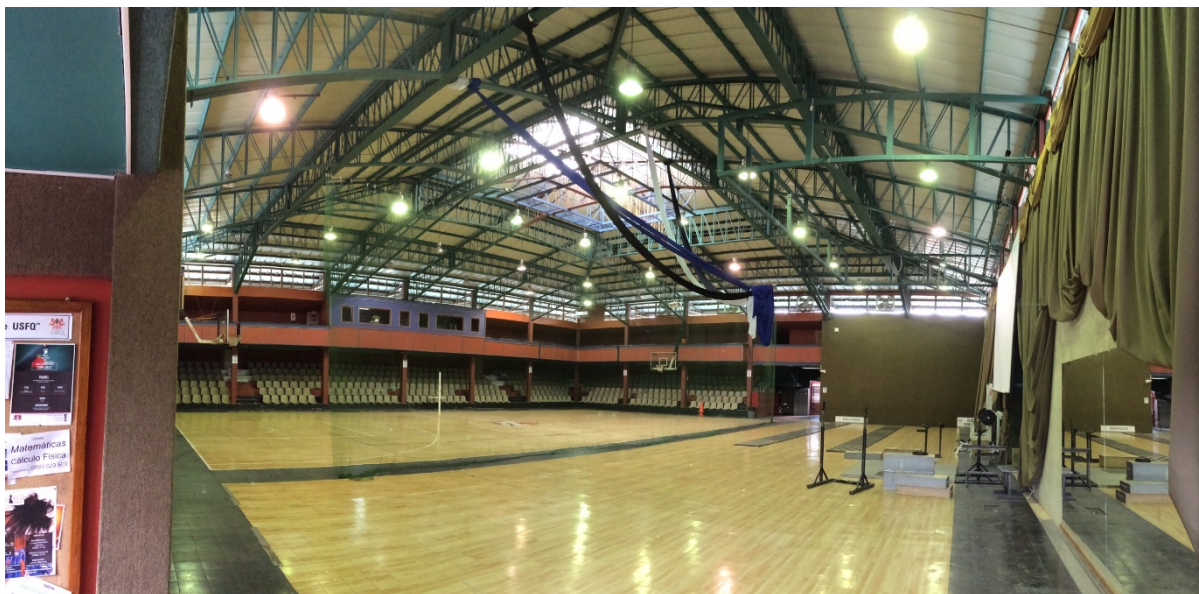
#### Highbay LED CREE CXB

Highbay LED de altísima eficiencia con mas de 100lumes por W de garantía por parte del fabricante.  
 Con Led Chips de CREE  
 Potencia: 230W  
 Flujo luminoso: 23000lm  
 Color: 4000K  
 Voltaje: 12' -277 VAC  
 CRI: >70  
 Horas vida: >75000h  
 Peso: 7kg



*Imagen No. 42.- Highbay LED CREE CXB.*

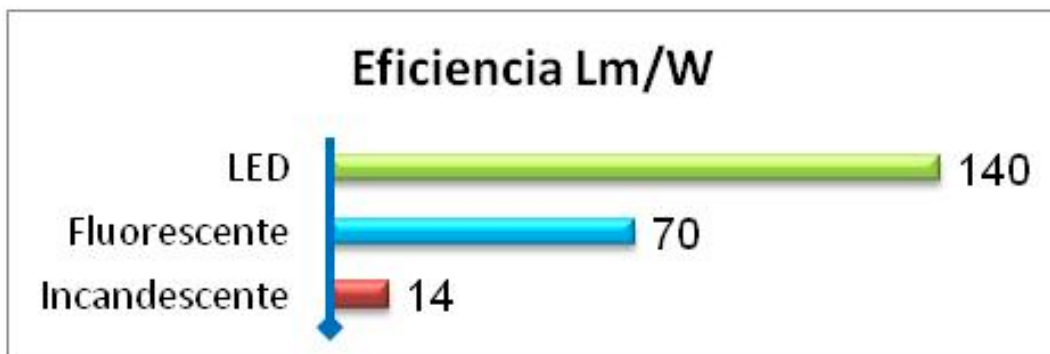
*Imágenes proporcionadas por Proviento*



*Imagen No. 43.- Interior del coliseo Alexandros.*

Con respecto a las demás locaciones de la universidad, se recomienda el reemplazar paulatinamente las luminarias por tecnología LED, y si es que se trata de un nuevo edificio o ampliación, considerar este tipo de iluminación. Esto se debe a que el proceso que usan los focos LED para producir luz es mucho más eficiente que la de otro foco. Un foco LED produce luz al pasar corriente eléctrica, mientras que el resto de focos dependen de el calentamiento de un filamento que una vez estando al rojo vivo producen luz, luz ultravioleta y calor, lo cual representa un desperdicio de energía tanto en forma de calor como en luz que no se puede aprovechar como es la ultravioleta.

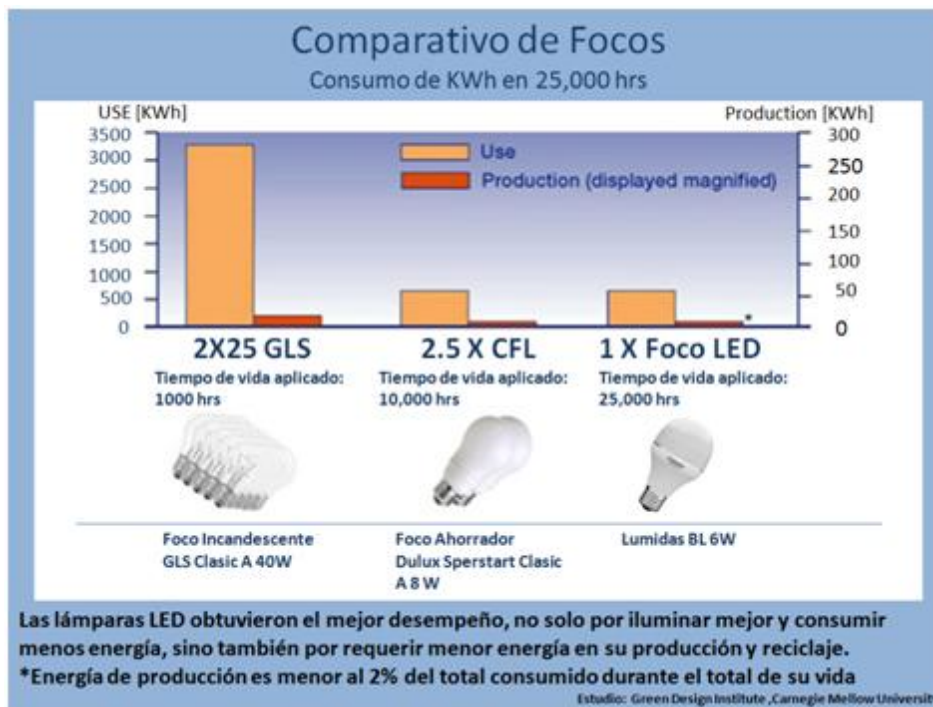
Por otro lado, si hablamos de la eficiencia de los diferentes focos, nos damos cuenta de que la tecnología LED es por bastante superior como se muestra en la siguiente gráfica:



*Imagen No. 44.- Diferencia en las eficiencias por luminaria.*

En ella se puede observar la diferencia que se produce en la eficiencia esperada cuando se usan las diferentes luminarias. En promedio los focos incandescentes tienen una eficiencia de 10 Lm/w, los fluorescentes de 40 Lm/w y los LED entre 90 y 100 Lm/w. Además su vida útil es, dependiendo del uso, hasta 10 veces más larga que a de un foco común. El consumo es de 50% menos de energía y su precio, que es superior en comparación con el de los demás focos es recuperable cuando el LED está en un 25% de su vida útil, resultando de esta forma mucho más económico. (Fawoo Technology, 2014)

Los beneficios que producen los focos LED van desde el ahorro de energía eléctrica y dinero, eficiencia, no contaminan con emisiones como el mercurio contenido en otras luminarias, no producen calor, lo cual permite que el uso del aire acondicionado y ventiladores sea menor, entre otras. A continuación se puede observar un cuadro comparativo entre focos incandescentes, ahorrativos y LED, publicado en la página de Fawoo Technology:



*Imagen No. 45*

Refiérase a la sección de Anexos para observar la lista de luminarias usadas en el campus desde Enero del 2013 hasta Junio del 2014, así como los costos de compra de los mismos.

### **3.5 Objetivo 4: Investigar las posibilidades de generación de energía alternativa en el campus.**

#### **3.5.1 Herramienta de investigación utilizada para el estudio**

Para la realización del reconocimiento técnico se contó con la ayuda de la empresa Proviento, quienes fueron representados por su gerente el ing. Renán Garcés, quien además de verificar las instalaciones del campus y desarrollar una propuesta de implementación de paneles solares, verificó el coliseo y sus luminarias.

Para el desarrollo de este objetivo se recomienda implementar un desarrollo experimental con datos base tomados previo al inicio del experimento, los cuales deben ser comparados con los resultados obtenidos una vez implementadas las especificaciones del mismo.

### **3.5.2 Descripción de participantes**

Durante el desarrollo de este objetivo deben trabajar en conjunto a lo largo de las diferentes etapas el departamento de innovación, los técnicos de la empresa proveedora seleccionada, personal de Planta física y mantenimiento.

### **3.5.3 Características especiales relacionadas con el estudio**

Es importante mencionar que la implementación de los paneles solares se debe realizar por módulos, es decir, se recomienda escoger los edificios con mayor cantidad de demanda de energía que pueden ser aquellos que cuentan con unidades de aire acondicionado más grandes o en mayor cantidad, como es el caso del edificio Cicerón y Eugenio Espejo, para comenzar con las instalaciones.

### **3.5.4 Diseño y metodología**

Para el desarrollo experimental se especifican a continuación las diferentes etapas que se deben llevar a cabo:

#### ***3.5.4.1 Etapa 1***

Identificación de los edificios en los que mayor consumo de energía se tenga producto de los equipos de gran demanda como son las unidades de aire acondicionado. En este caso Renán Garcés, gerente de Proviento, identificó los edificios Cicerón y Eugenio Espejo como los edificios con los que se podría comenzar la implementación de módulos.

#### ***3.5.4.2 Etapa 2***

Reconocimiento y validación de las superficies en las que se instalarán los paneles. Es importante llevar a cabo este reconocimiento para poder identificar las mejores ubicaciones de las fotocélulas que permitan un mayor aprovechamiento de los rayos solares. Por otro lado también se deben verificar que los techos y espacios seleccionados para la instalación tengan suficiente espacio y resistencia, caso contrario es necesario la construcción de soportes y adaptaciones necesarias.



*Imagen No. 46.- Vista de los techos de la universidad escogidos por la empresa Provientos. Techos de la biblioteca.*



*Imagen No. 47.- Vista de los techos de la universidad escogidos por la empresa Provientos.*

### **3.5.4.3 Etapa 3**

Una vez identificadas las zonas y los edificios es necesario definir la cantidad y el tipo de equipos que se deben instalar para suplir las necesidades de la edificación y sus equipo en hasta un 30% de su demanda total.

#### ***3.5.4.4 Etapa 4***

Esta etapa es completamente técnica, y lo deben llevar a cabo los técnicos de la empresa proveedora seleccionada. En ella se determina el nivel de inclinación que deben tener los paneles con respecto a los rayos de sol, el tipo de cableado y baterías que se van a emplear y finalmente las pruebas respectivas del sistema ya instalado.

La empresa Proviento realizó una proforma de un sistema fotovoltaico de inyección bifásica a la red eléctrica para suplir en parte la demanda de las unidades de aire acondicionado de la biblioteca y equipos varios del edificio incluyendo las luminarias. Con una potencia instalada de 10260Wp y una capacidad de generación de energía de alrededor de 975 KWh/mes. Se puede encontrar la cotización de todos los equipos para este objetivo en la sección de anexos.



## 4 ANÁLISIS DE DATOS

### 4.1 Detalles del análisis

#### 4.1.1 Análisis de Alternativas

Se han planteado y analizado 4 alternativas para solucionar el costo elevado de las planillas eléctricas que maneja actualmente el campus Cumbayá de la USFQ:

1. **Políticas de ahorro y consumo:** Estudiar la posibilidad de implementar una política interna de reducción de consumo. Posteriormente proceder con el desarrollo de políticas de uso y ahorro de energía eléctrica. Las personas involucradas directamente serían los guardias, personal de limpieza, estudiantes, profesores, administrativos e indirectamente los visitantes al campus.
2. **Auditoria en cocinas del campus:** Realización de una auditoría a las cocinas. (Búsqueda de literatura y auditorías de cocinas y edificios para conocer qué pasos se pueden adaptar e implementar para ayudar a reducir el consumo de energía en las cocinas del campus Cumbayá de la USFQ). Teniendo en cuenta que las cocinas disponen de equipos de alto consumo energético como son los cuartos fríos, congeladores y refrigeradores.

3. **Crear una estrategia tecnológica de reducción de consumo de energía eléctrica:** Implementación de sensores de movimiento, luminaria moderna como focos LED, temporizadores y programas de gestión de energía centralizada. Implica inversión en equipos y en algunos casos obra civil.
  
4. **Investigar las posibilidades de generación de energía alternativa:** Consultar a empresas y expertos sobre las posibilidades de instalar paneles solares y conocer las capacidades de los mismos para poder determinar cuánta energía se puede generar y reemplazar para reducir el valor de la planilla eléctrica. Por otro lado, conocer la inversión y el tiempo de recuperación de la misma.

*Tabla 4.- Análisis de cada estrategia desde la perspectiva financiera, criterio ambiental y criterio social.*

	<b>Criterio Financiero</b>	<b>Criterio Ambiental</b>	<b>Criterio Social</b>
<b>Estrategia 1: Políticas de ahorro y consumo</b>	Es la menos costosa de todas las alternativas ya que no requiere de un inversión inicial ni posterior identificado.	Con el uso ordenado y responsable de energía eléctrica se reducen no solo los costos si no que también la huella de carbono emitida por al campus, haciéndolo mas amigable con el medio ambiente.	Una empresa, entidad, organización, etc. Amigable con el medio ambiente siempre es bien vista en el ámbito social.
<b>Estrategia 2: Auditoría en cocinas</b>	Siguiendo el orden esta sería la segunda estrategia menos	De igual forma el lograr que las cocinas consuman	Una empresa, entidad, organización, etc.

del campus	costosa. Dependiendo de los requerimientos encontrados, puede ser que se requiera inversión en lo que es la renovación de equipos y si es el caso obras civiles.	menos energía y que no tengan fugas de energía ya sea a manera de calor o electricidad se disminuye la huella de carbono emitida por el campus.	Amigable con el medio ambiente siempre es bien vista en el ámbito social. Las cocinas eficientes logran una mayor comodidad para la gente que se encuentra trabajando en ellas.
Estrategia 3: Crear una estrategia tecnológica de reducción de consumo de energía eléctrica	Junto con la estrategia 2 esta es la segunda menos costosa, dependiendo de los alcances que se quieren lograr con la automatización e implementación de tecnología.	Una correcta gestión de energía puede reducir el consumo desde un 20% hasta un 80%, por lo que se reducen los costos de operación y la huella de carbono emitida por el campus.	Una empresa, entidad, organización, etc. Que disponga de sistemas de gestión de energía, automatización y tecnología de punta en luminarias puede ser considerada novedosa.
Estrategia 4: Investigar las posibilidades de generación de energía alternativa	Esta es la estrategia más costosa, ya que incluye la adquisición de paneles, instalación, obra civil, etc.	Es la que más cuida del medio ambiente, ya que reemplaza el consumo de energía eléctrica por energía solar renovable.	Complementando con la estrategia 3, una empresa u organización que produzca su propia energía limpia puede llegar a ser considerada innovadora.

Las cuatro estrategias planteadas son viables y justificables, sin embargo es recomendable comenzar su aplicación en el orden especificado ya que con el ahorro que se espera de las primeras estrategias se puede invertir en los costos de operación de las siguientes hasta alcanzar el punto de equilibrio.

#### **4.1.2 Costos:**

Para el primer objetivo “políticas de ahorro y consumo”, no se han identificado costos que no puedan ser cubiertos por los diferentes grupos de involucrados de la universidad. Por ejemplo, para el caso de los diseños de los recordatorios se cuenta con los estudiantes de diseño y comunicación que podrían llevar a cabo la campaña respectiva para cada etapa del proyecto. Además de eso los gastos son los correspondientes a las impresiones que serían mínimos si es que cada persona, que requiera usar los recordatorios, se encarga de imprimir uno o dos artes de los mismos dependiendo de los lugares en los que considere necesario el implementarlos.

Para el segundo objetivo “auditoria en cocinas del campus”, se ha considerado que sus costos están combinados con el objetivo uno y el objetivo 3, ya que están incluidas tanto las políticas de ahorro y consumo, como las estrategias tecnológicas para las áreas en las que operan las mismas.

A continuación se presentan los precios de cada componente de la estrategia recomendado en el objetivo específico tres (Estrategia tecnológica de reducción de consumo). Los valores que se encuentran en la siguiente tabla contienen los valores unitarios de cada elemento y el valor unitario de cada uno con un 5% de descuento que se aplica cuando se compran 50 unidades de cada uno o más. En algunos de los casos se encontraron varias opciones del mismo elemento, por ejemplo en los reguladores de

intensidad, sin embargo, por efectos del estudio se han tomado los de menor costos para completar la tabla 5:

*Tabla 5.- Precios del mercado para cada uno de los artículos descritos.*

Descripción	Valor unitario	Valor con descuento (5%) a partir de las 50 unidades	Total 50 unidades
Sensor de pared	\$10.23	\$9.72	\$486
Sensor techo	\$16.48	\$15.62	\$781.2
Sensor con interruptor pared	\$12.99	\$12.34	\$617.03
Temporizador	\$15.99	\$15.19	\$759.53
Regulador de intensidad	\$5.99	\$5.69	\$284.53

Como resultado total se obtiene, con un mínimo de 50 unidades por elemento, **\$2928,29** de inversión en sensores y temporizadores.

La implementación de un software de gestión de energía incluye: la o las interfaces que la locación requiera, cableado y sensores propios del sistema (temperatura, movimiento, intensidad de la luz, etc.), obras civiles necesarias para la implementación del sistema y la compra de la licencia del programa. Los datos presentados en la siguiente tabla son un promedio de los datos recopilados en el desarrollo del diseño y metodología para este objetivo específico:

*Tabla 6.- Promedio de los datos recopilados en el desarrollo del diseño y metodología para el software de gestión de energía.*

<p><b>Sistema de gestión de consumo energético</b></p>	<p>Precio base: aproximadamente <b>\$22000</b> incluye licencia, interface y cableado básico</p>	<p>Los costos de los sensores requeridos por el sistema seleccionado dependen de la evaluación técnica realizada por el proveedor, además de la obra civil necesaria para la instalación y cableado. El costo puede partir de los <b>\$80000</b></p>
--	--	--

La instalación integral de los módulos correspondientes a la primera etapa de reemplazo de energía común por energía alternativa incluye:

- 54 paneles solares 190W/24VDC
- 3 SMA SUNNY BOY
- 1 Módulo de comunicación
- 54 Estructuras de soporte para paneles solares
- 3 conjuntos de material menor para las conexiones
- Mano de obra, instalación

Con impuestos incluidos el costo total de todos los equipos es de **\$37912,00**.

Refiérase a la sección de anexos para revisar detalles técnicos de los equipos y desglose de valores por unidad.

El cambio de las luminarias actuales implementadas en el coliseo del campus incluye:

- 30 Highbay LED CREE CXB
- 20 Luminarias de alta eficiencia CREE XSPR
- Materiales menores de instalación
- Mano de obra

Con impuestos incluidos el costo total de todos los equipos es de **\$33320,00**.

Refiérase a la sección de anexos para revisar detalles técnicos de los equipos y desglose de valores por unidad.

Para el campus Cumbayá de la USFQ se manejan los siguientes inventarios y valores en luminarias desde enero del 2013 hasta junio del 2014. En los siguientes gráficos se pueden encontrar los costos a los cuales se adquirieron cada tipo de luminarias durante el periodo, las cantidades por cada precio y finalmente el monto total pagado y las cantidades totales compradas. Refiérase a la sección de anexos para poder observar las tablas con detalles de fechas y precios, así como la rotación por luminaria.

La siguiente información fue obtenida de las fichas de control de inventario de Planta Física. Se detallan dos gráficos por cada tipo de foco, el primero muestra los precios unitarios de compra, las unidades compradas con ese valor y el costo total de la compra. El segundo es un gráfico que unifica todos los datos del primero y muestra las cantidades compradas y el valor total de la compra anual. Dado que algunas luminarias se compraron con el mismo precio durante todo el periodo, solo tienen el segundo gráfico de totales, como es el caso de los fluorescentes de 40 que se muestra a continuación:

Ilustración 1

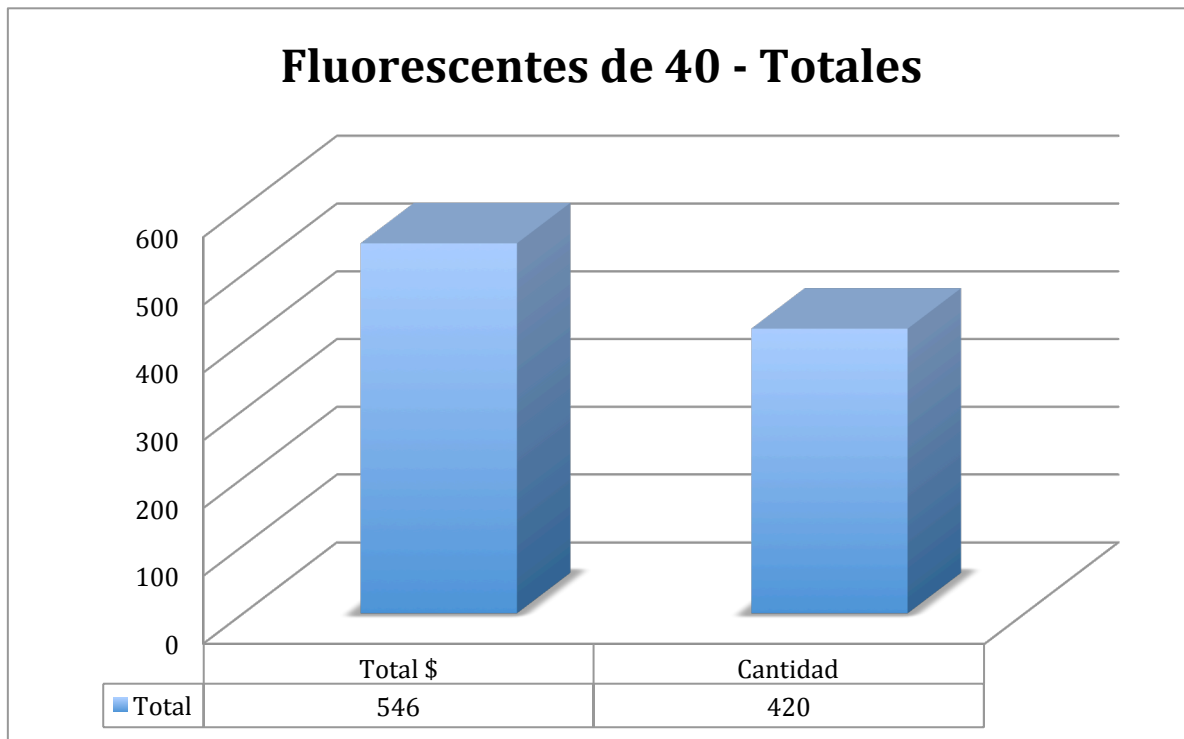


Ilustración 2

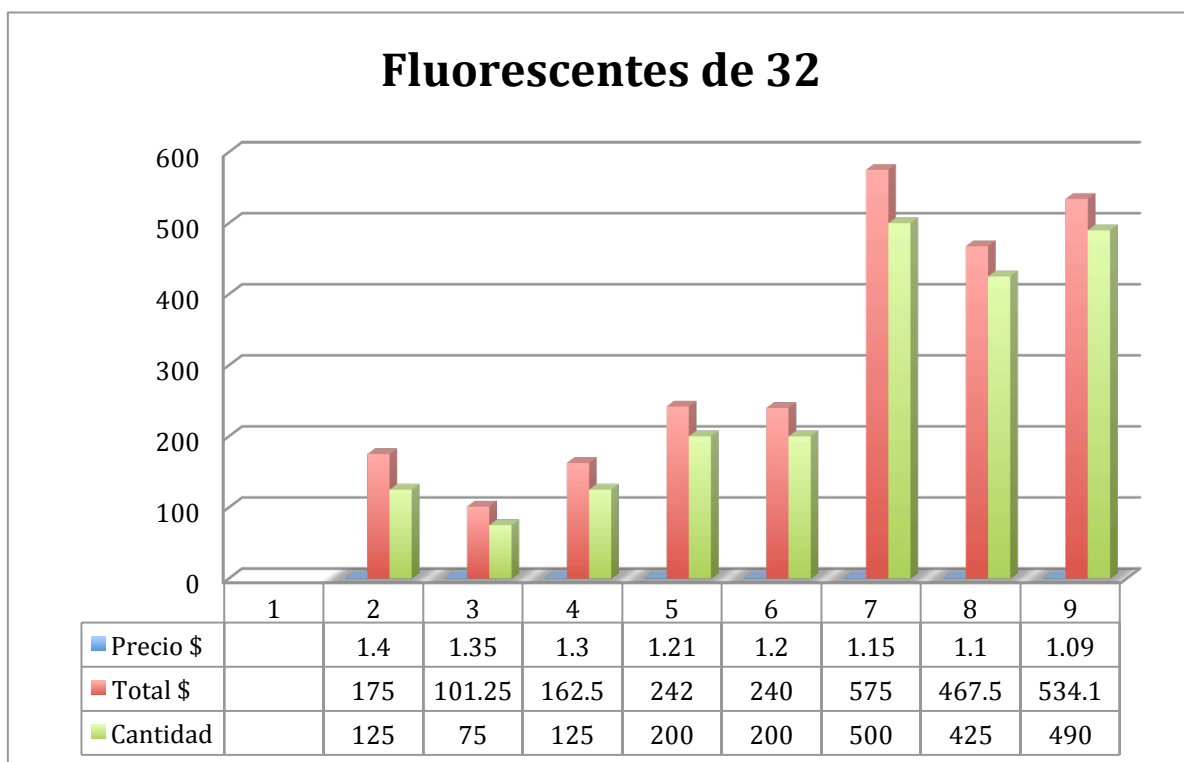




Ilustración 3

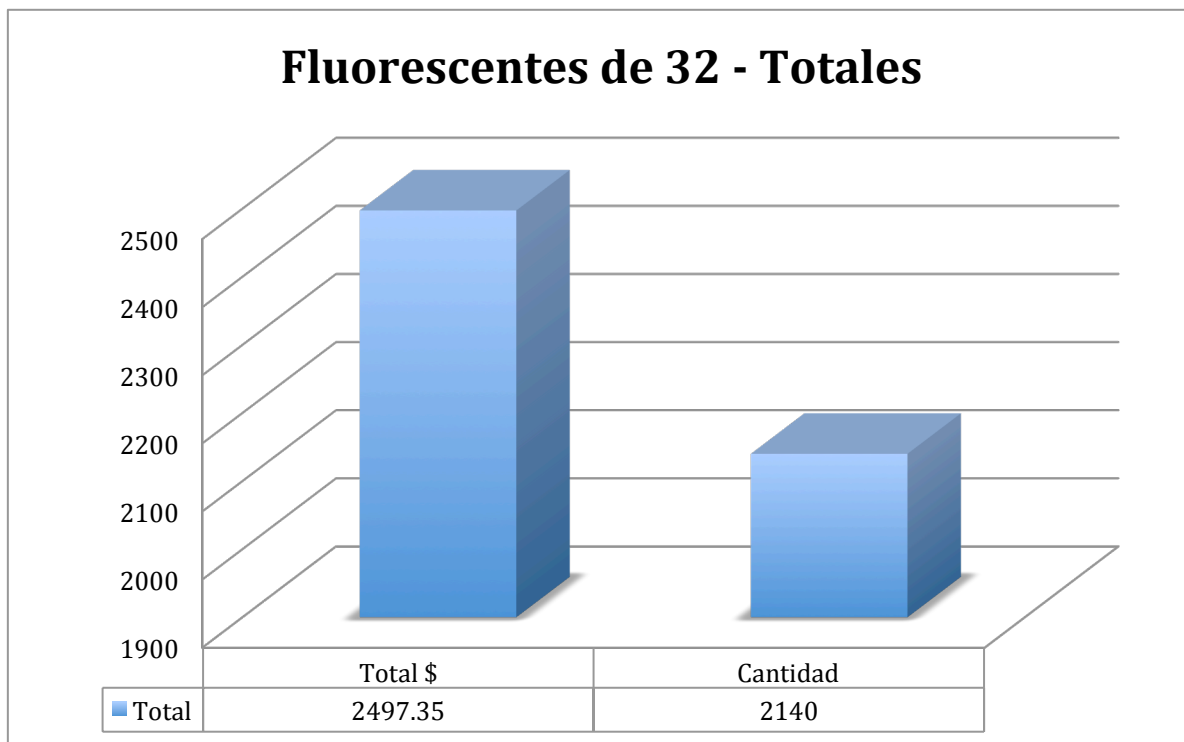


Ilustración 4

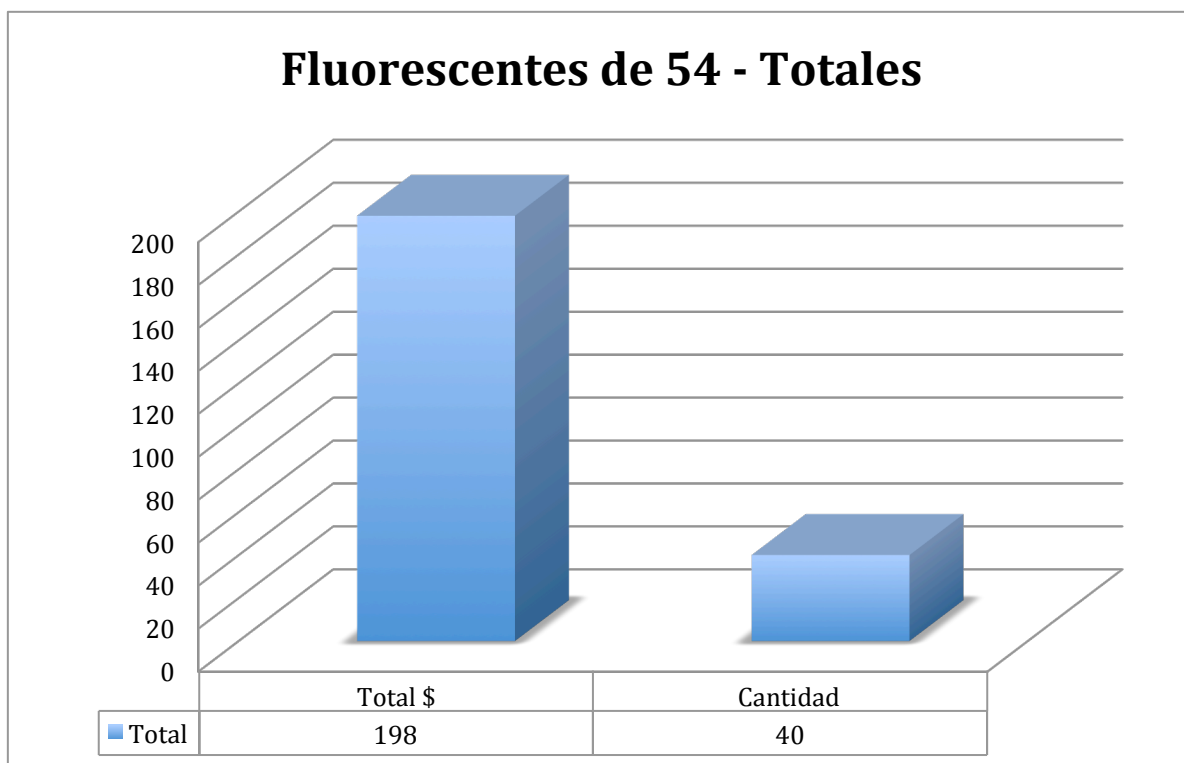


Ilustración 5

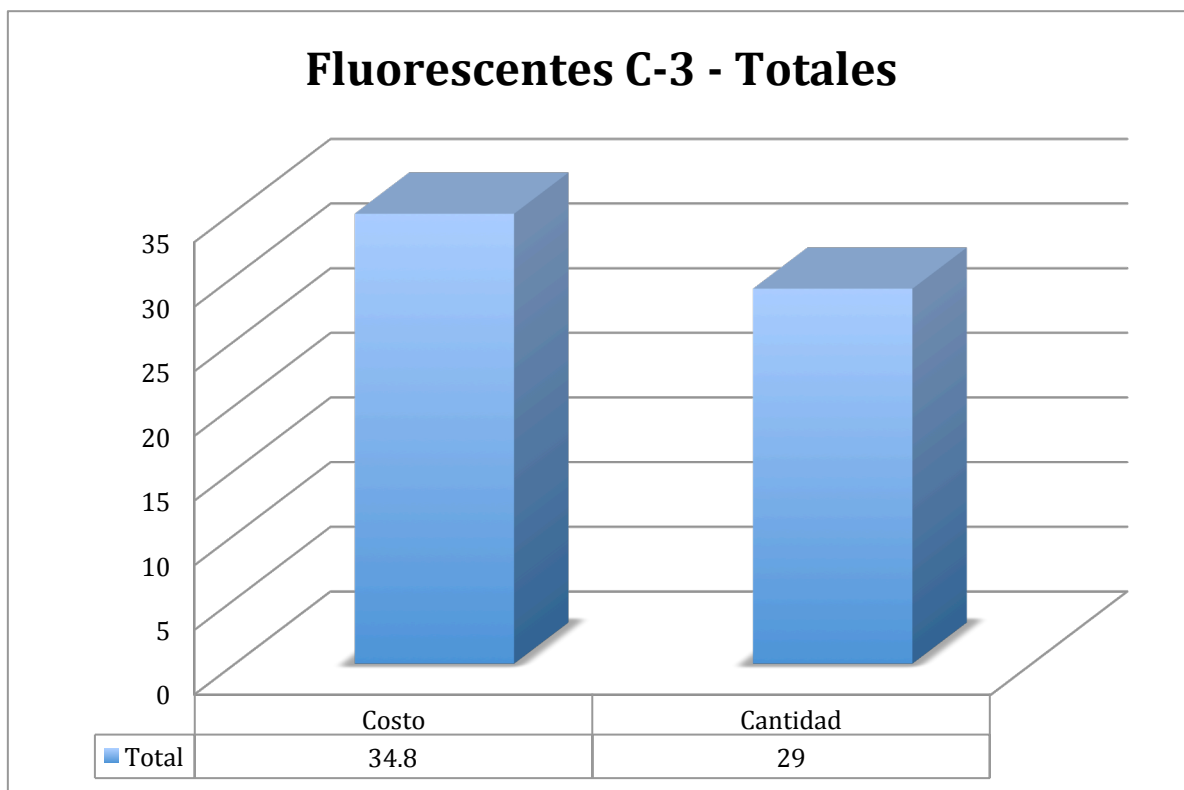


Ilustración 6

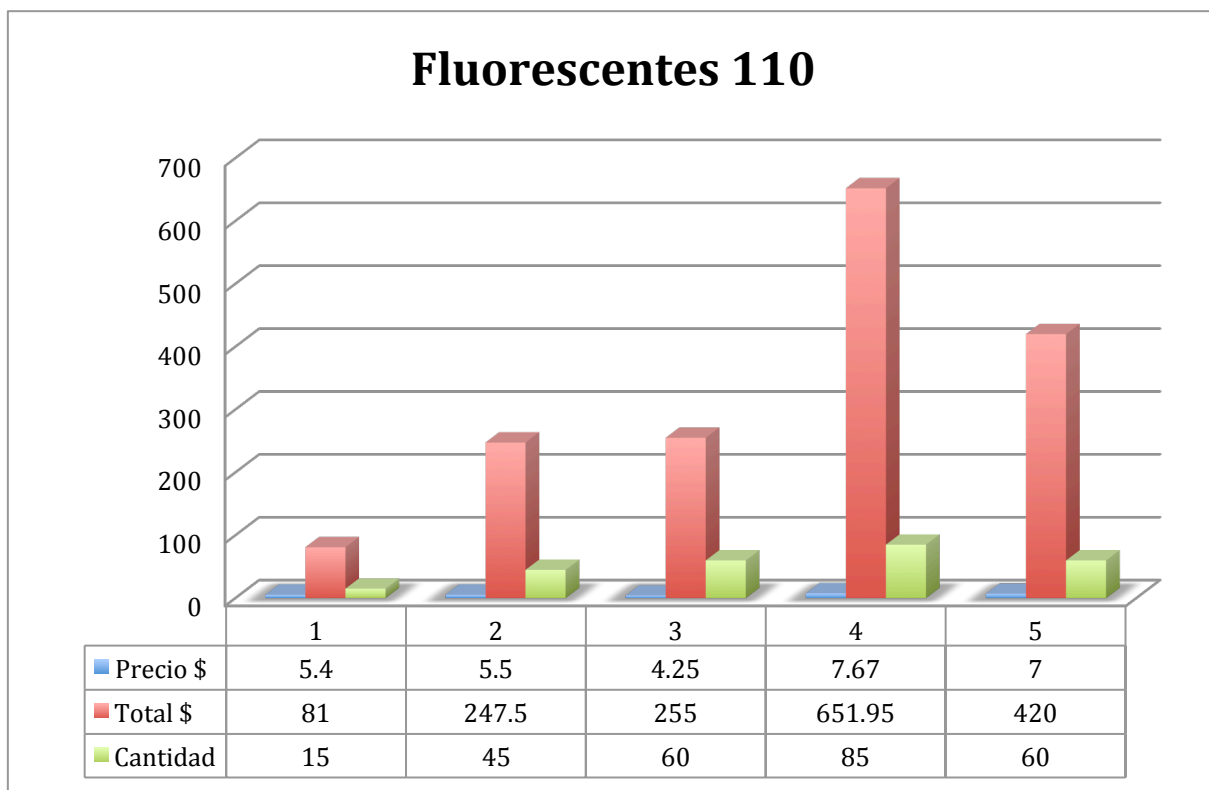


Ilustración 7

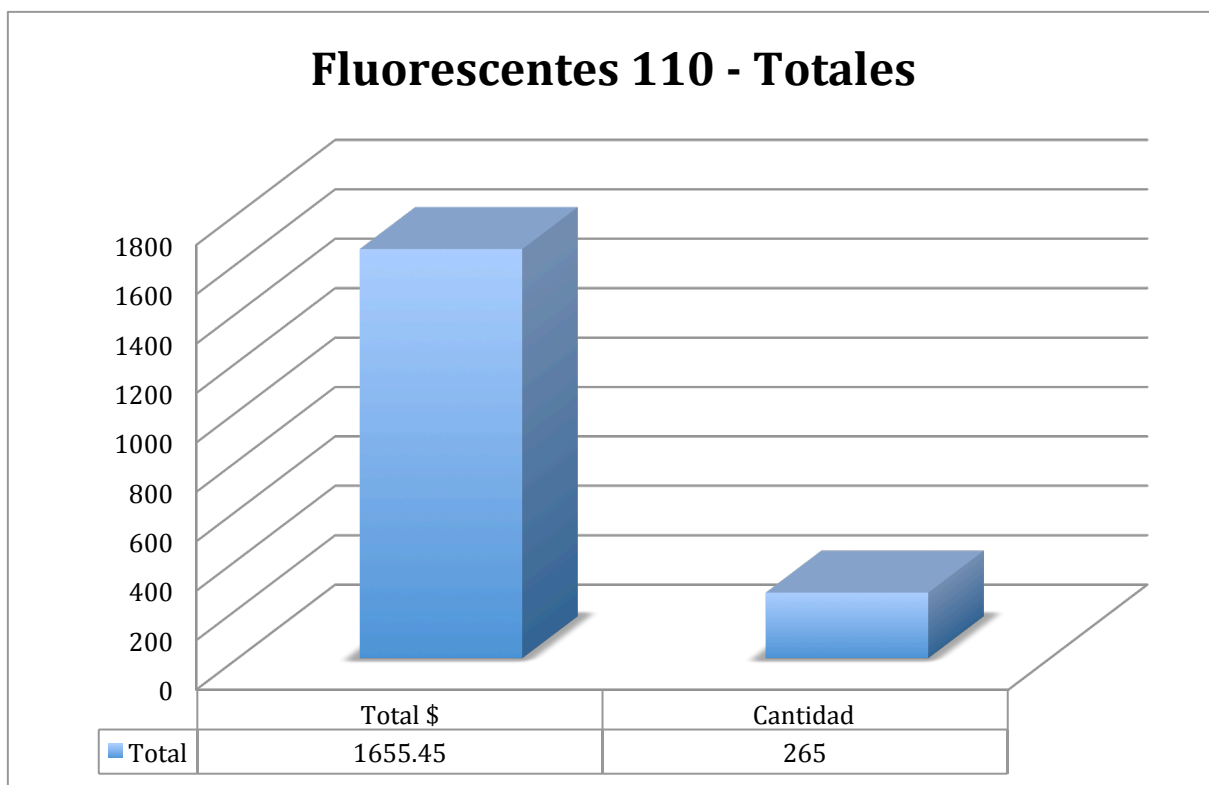


Ilustración 8

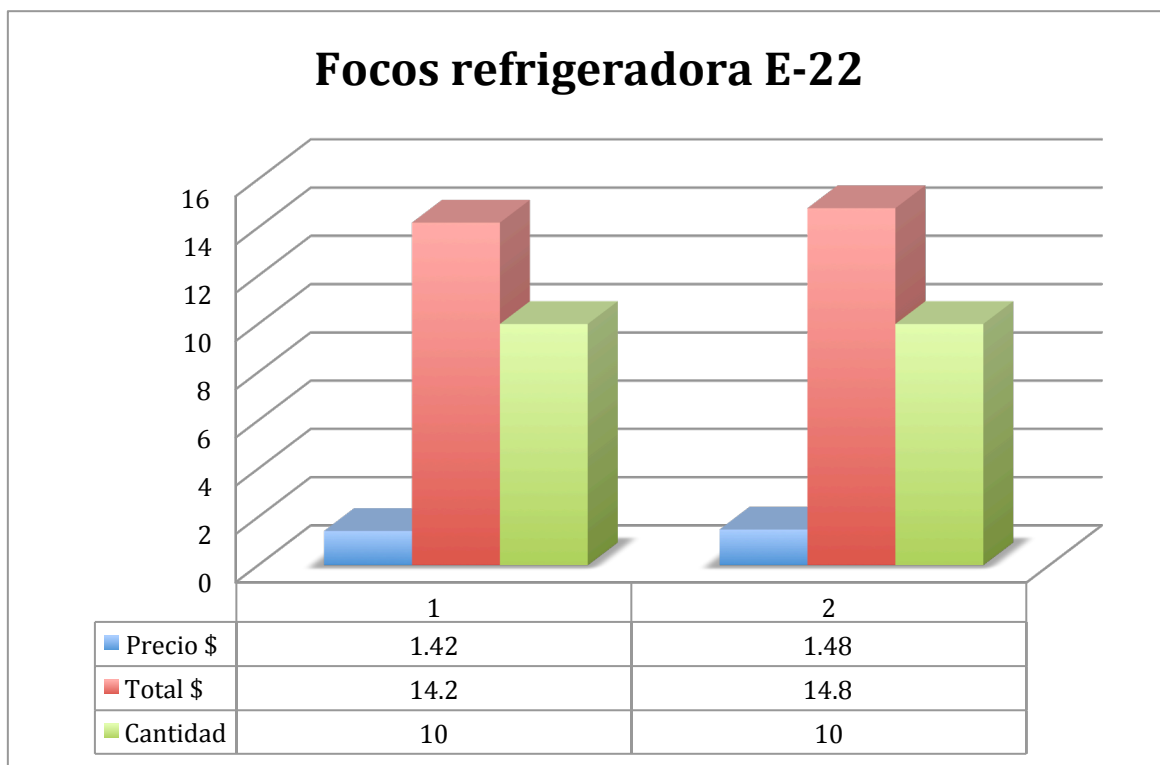


Ilustración 9

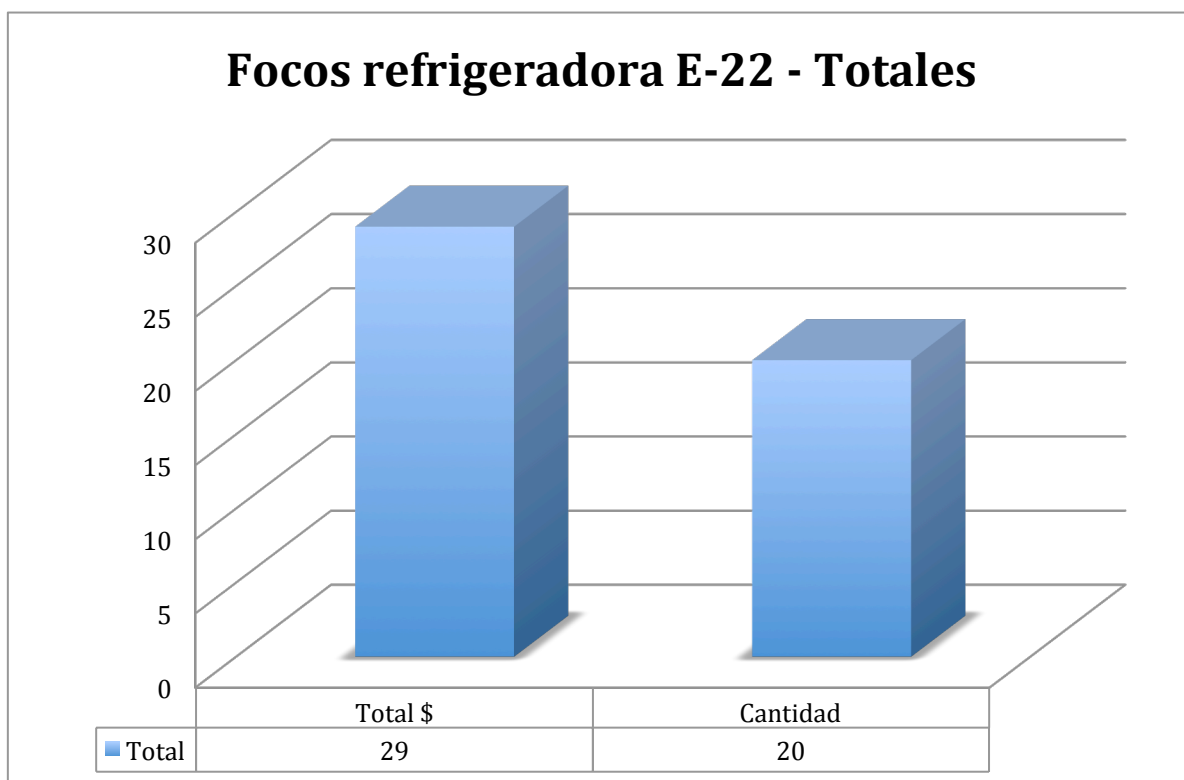


Ilustración 10

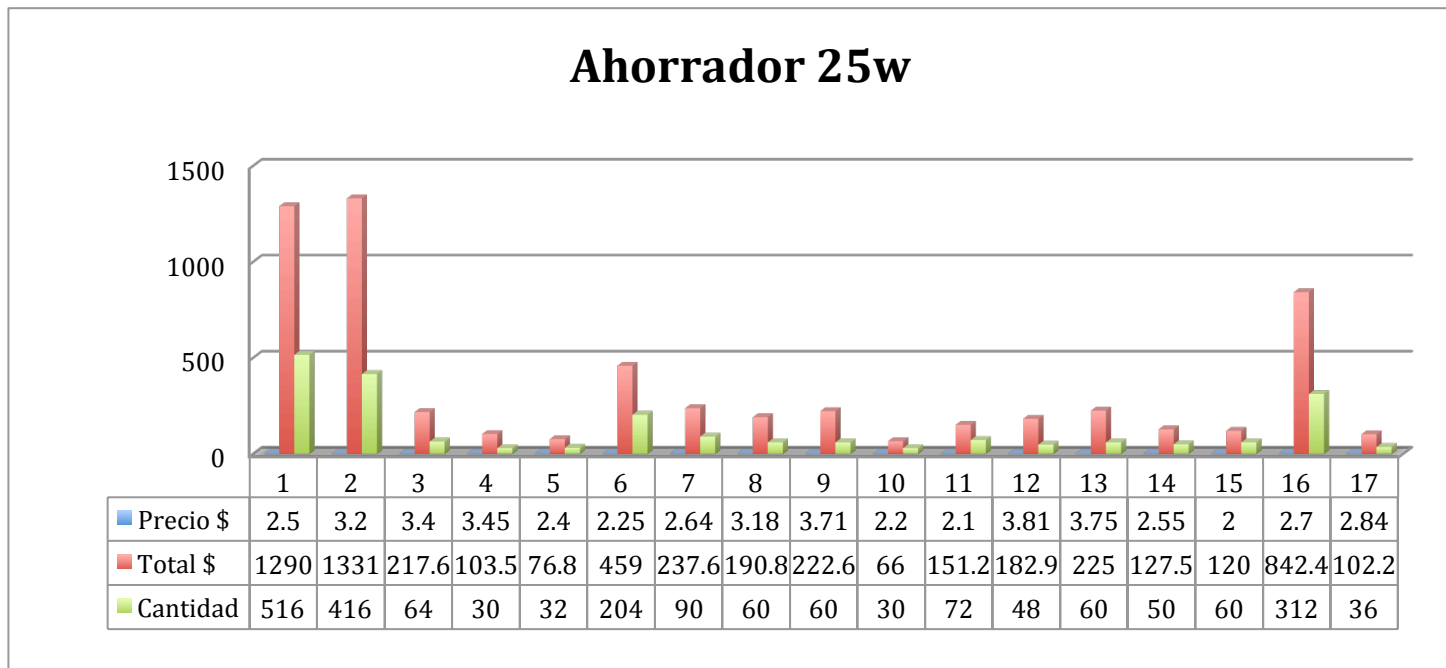


Ilustración 11

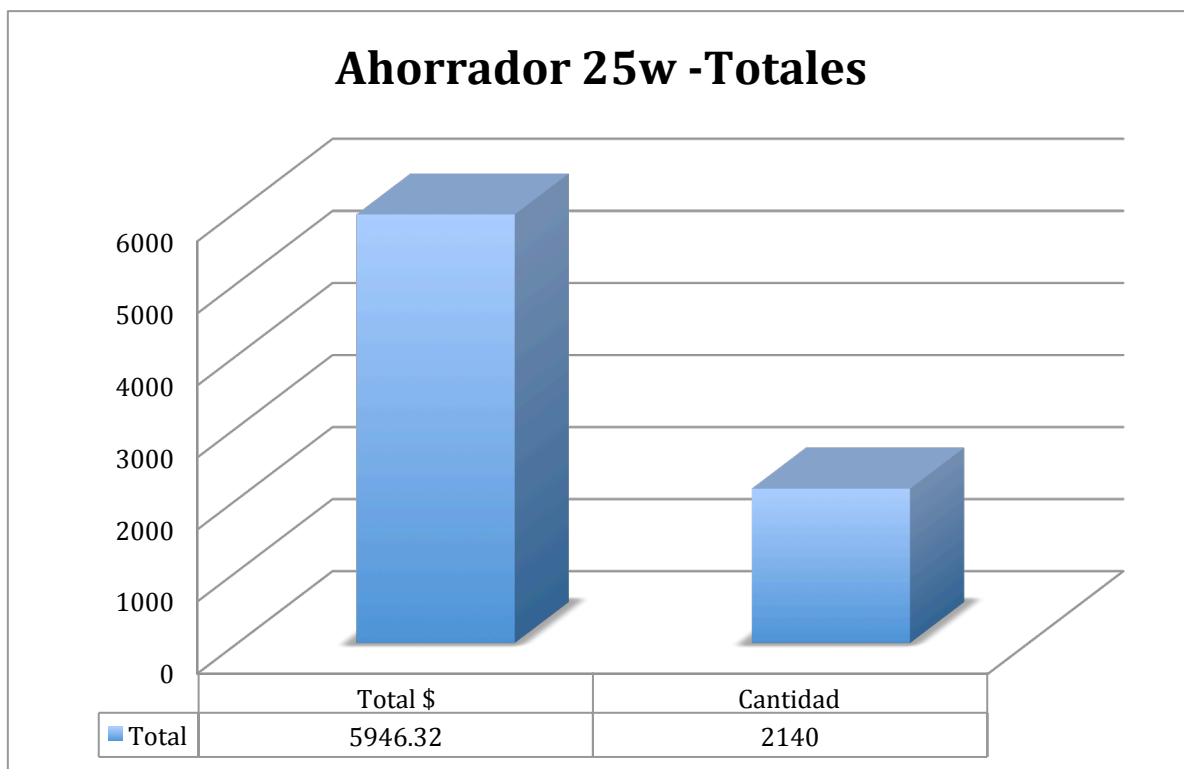


Ilustración 12

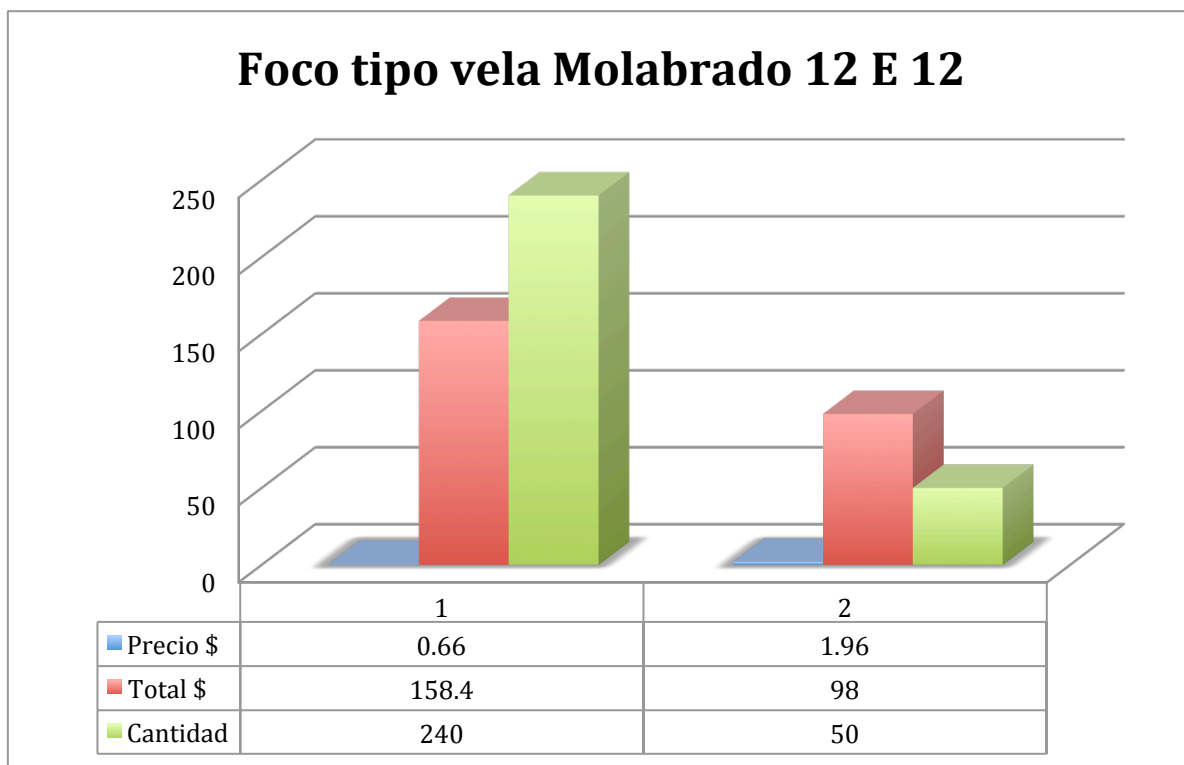


Ilustración 13

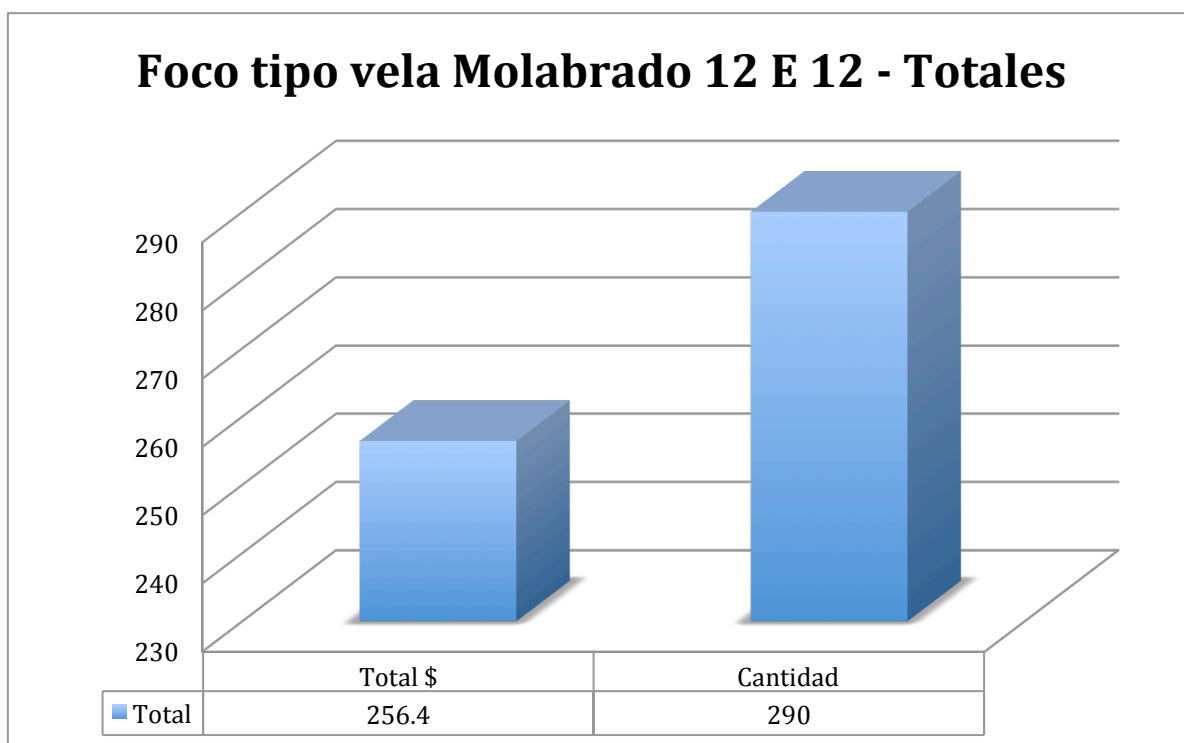


Ilustración 14

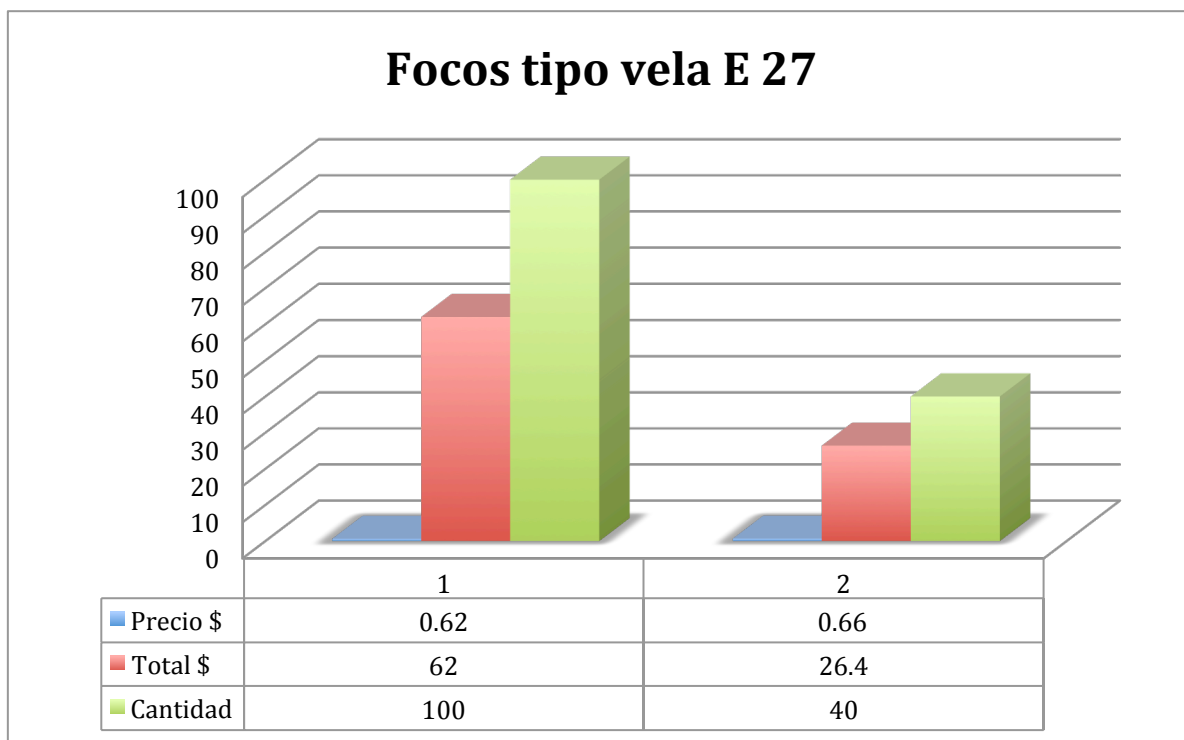


Ilustración 15

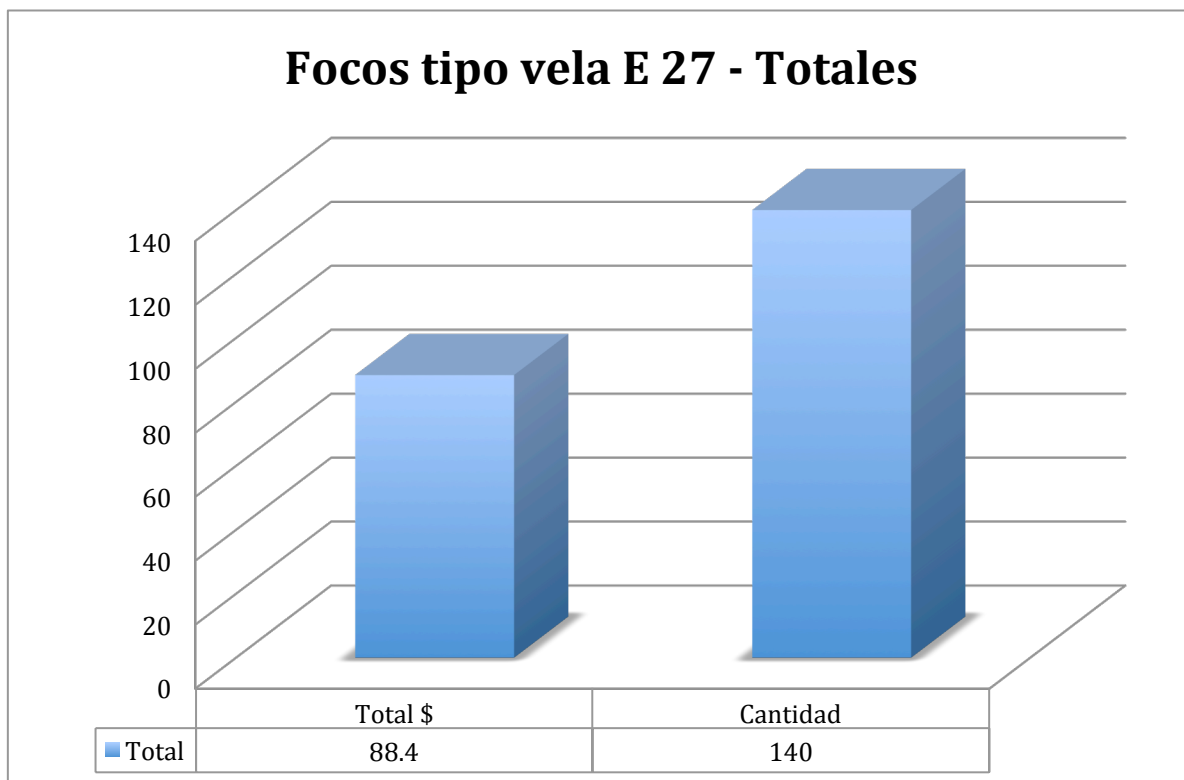


Ilustración 16

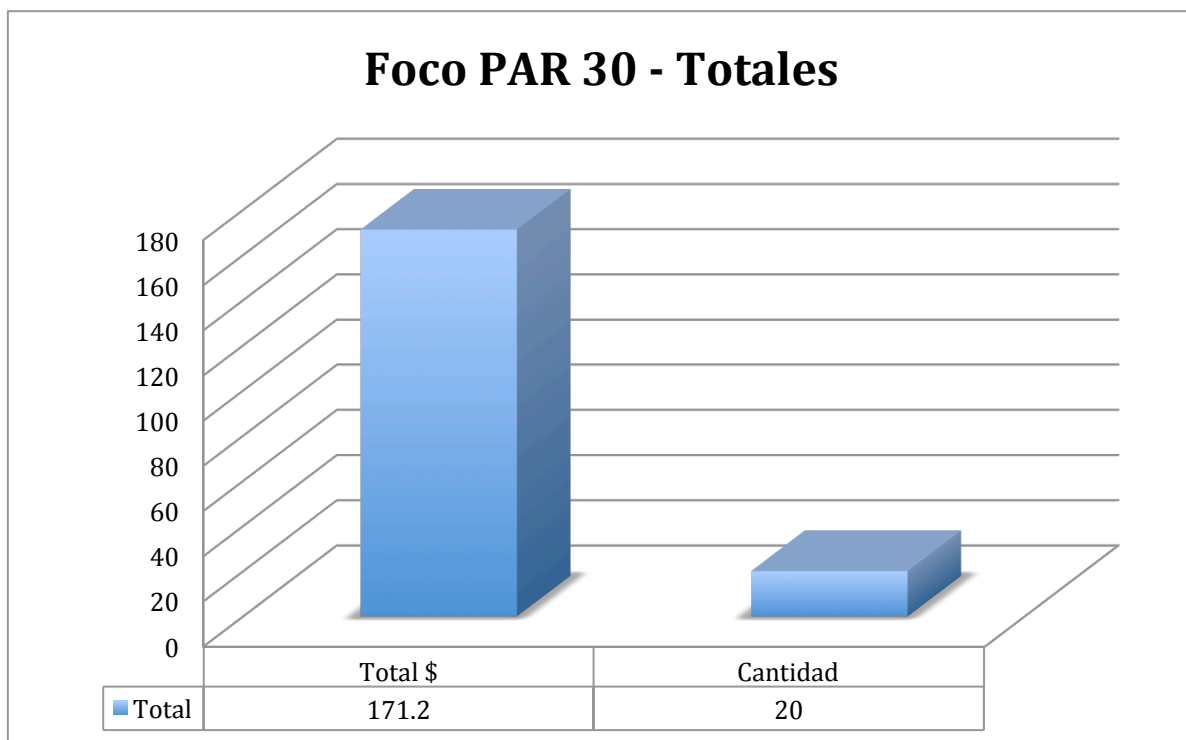




Ilustración 17

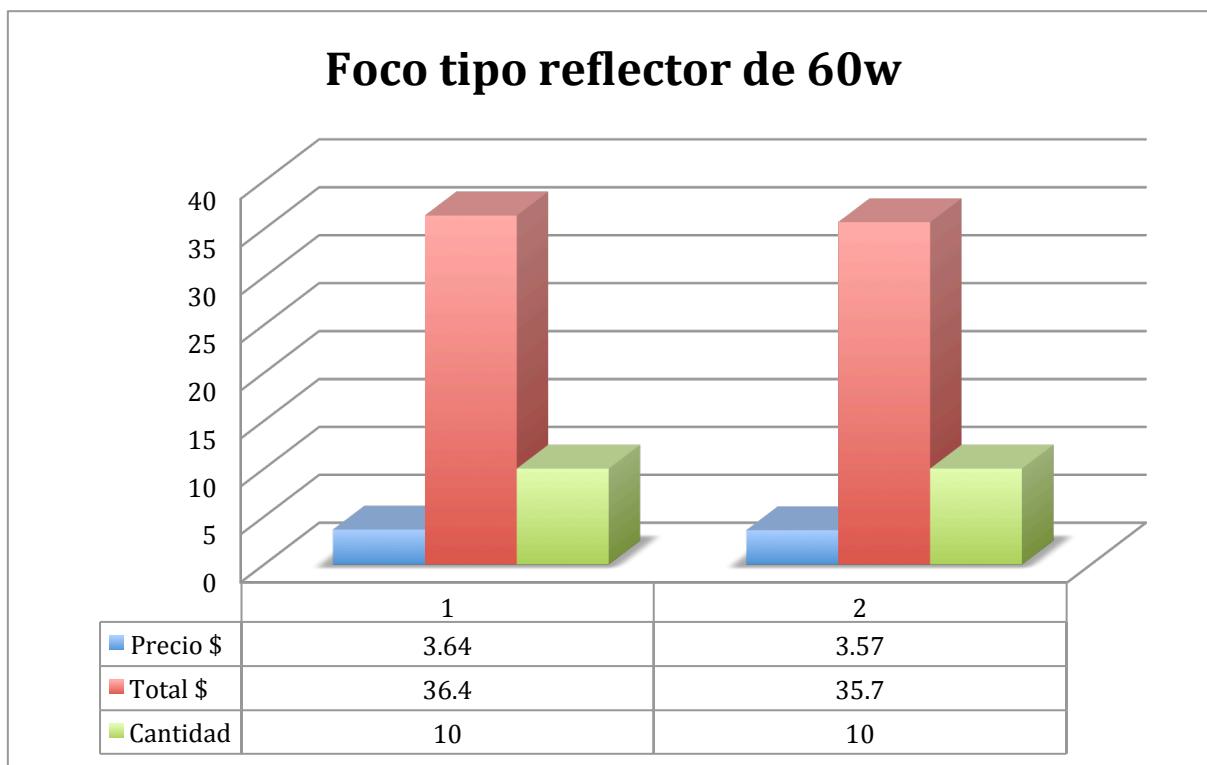


Ilustración 18

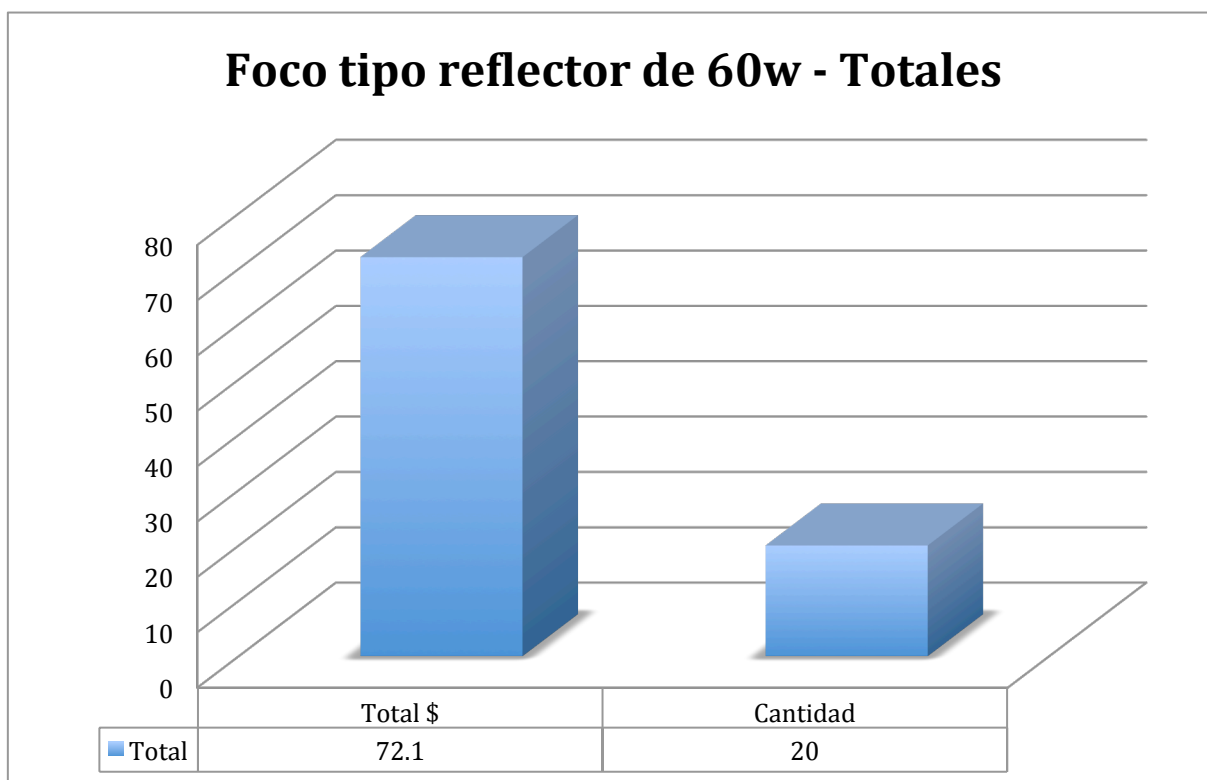


Ilustración 19

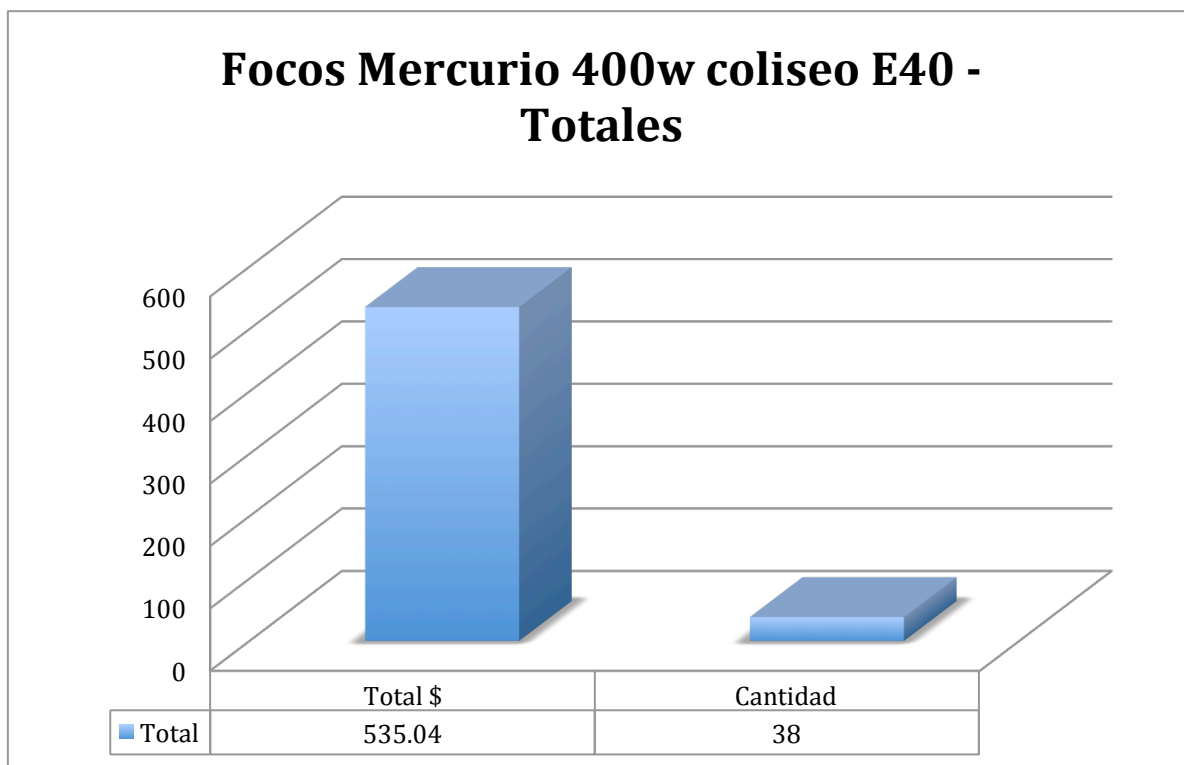


Ilustración 20

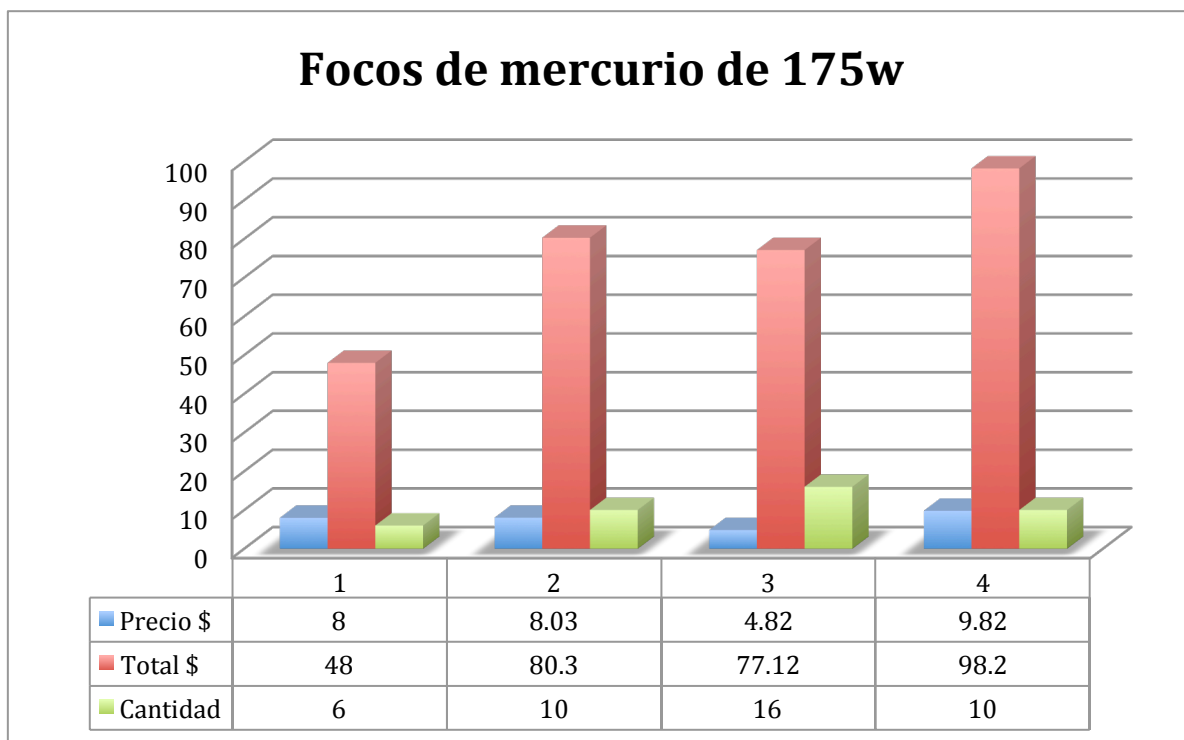
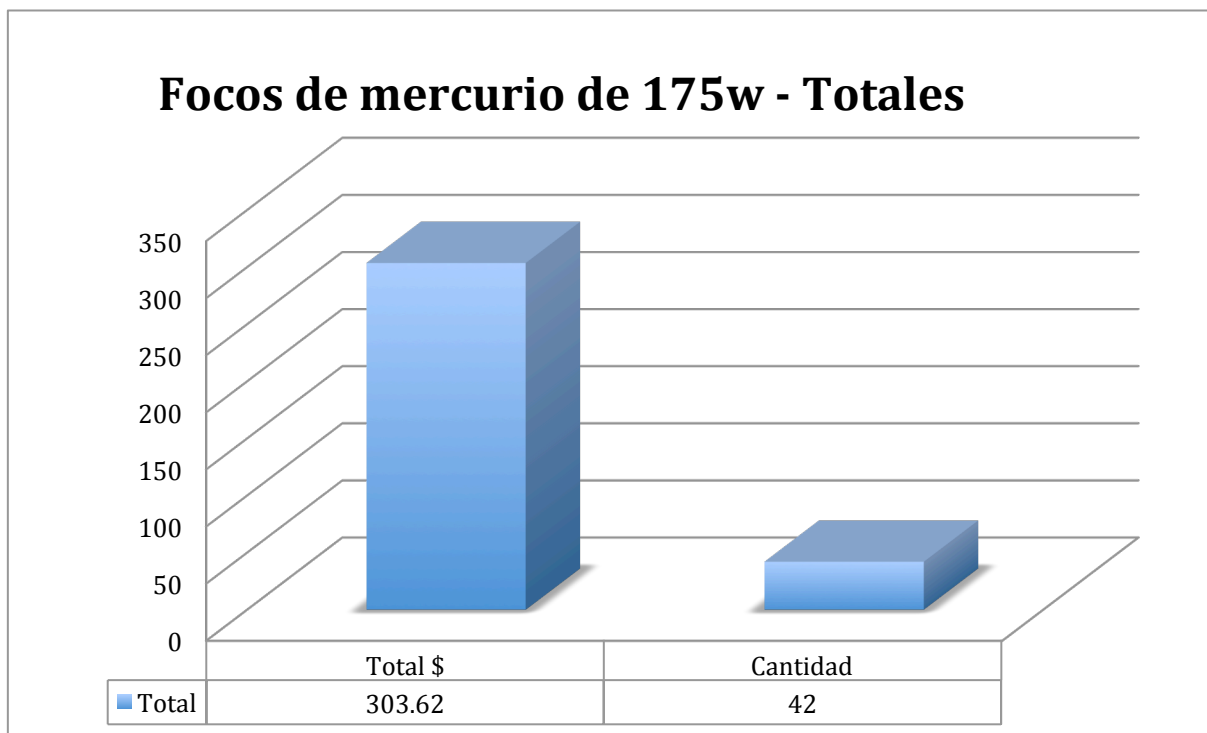


Ilustración 21



### **Foco PAR 20**

No registra compras durante el periodo.

En total durante el periodo mencionado se invirtieron **\$12333,68** en luminarias.

Como se menciona anteriormente, se espera que este proyecto sea realizado por partes, siguiendo en orden los objetivos planteados para poder lograr un ahorro progresivo con el cual se pueda invertir en los costos de operación del siguiente objetivo. Una aproximación más exacta sobre los tiempos de recuperación de la inversión, disminución de costos y emisiones de carbono (huella de carbono), se podrá obtener una vez que se lleve a cabo el desarrollo experimental de cada objetivo.

Para comenzar se recomienda el reemplazo de los focos ahorradores comunes que son los de mayor demanda anual con un total de 2140 unidades compradas en el 2013 a un valor de \$5.946,32 y un valor por unidad de \$3,00 en promedio, por luminarias de tecnología LED, cuyo valor unitario es de \$9,00 el triple del precio de los focos ahorradores, sin embargo su esperanza de vida es de hasta 10 veces más tiempo.

Es decir que el costo para comprar focos ahorradores útiles por 10 períodos de tiempo por unidad es de \$30,00 mientras que por el mismo tiempo el costo de un foco LED es de \$9,00, obteniendo un ahorro importante a largo plazo de 70%. Con los \$5.946,32 invertidos durante el 2013 se podrían comprar 661 focos LED.

En segundo lugar se recomienda el reemplazo de las luminarias del coliseo, cuyo uso reduce en un 50% la demanda de potencia y energía actual, alrededor de 1600KWh/mes con 12 horas de uso al día. Su costo es de \$33.320,00.

Véase en la sección de anexos la Tabla 4.4 en donde se encuentran los cálculos supuestos para las tarifas de energía eléctrica

## 5 CONCLUSIONES

### 5.1 Respuestas a la pregunta de investigación

*¿Puede el campus Cumbayá de la USFQ, reducir el costo de consumo de energía eléctrica por medio de proyectos basados en la eficiencia energética, su uso racional y el aprovechamiento de fuentes renovables, siendo modelo para otros campus e instalaciones?*

A lo largo de esta investigación se han encontrado diferentes alternativas que se están aplicando en instituciones similares en diferentes partes del mundo con buenos resultados medibles. Cada uno de los objetivos específicos planteados en ese estudio, si bien es cierto se enfocan en áreas concretas de aplicación, todos se interrelacionan para lograr el objetivo en conjunto de disminuir el consumo de energía eléctrica del campus. Además, han sido adaptados a las condiciones y requerimientos actuales de la universidad, incluso sugiriendo un orden de aplicación para cada una de las fases que representan los objetivos específicos. Poniendo énfasis en la actualización de equipos eléctricos y luminarias, así como en la concientización de la población del campus.

No ha sido posible determinar con exactitud la cantidad de inversión necesaria para cada una de las fases u objetivos específicos, sin embargo se han logrado especificar supuestos por medio de cotizaciones y opciones en cuanto a los diferentes equipos que se pueden implementar. Por esta misma razón el periodo de recuperación de la inversión puede ser calculado por medio del recomendado desarrollo experimental.

Dicho esto se concluye que el campus Cumbayá de la USFQ si puede reducir el costo de consumo de energía eléctrica por medio de proyectos basados en la eficiencia

energética, su uso racional y el aprovechamiento de fuentes renovables y a la vez ser modelo para otros campus e instalaciones.

## **5.2 Limitaciones del estudio**

La principal limitación encontrada a lo largo de esta investigación fue el poder conseguir información (datos) específica sobre el consumo por edificio del campus Cumbayá de la USFQ (no incluye la clínica veterinaria ni el espacio asignado dentro del Hospital de los Valles), pues la falta de medidores independientes en cada edificación limitó el acceso a datos. Por otro lado, actualmente la universidad recibe las planillas eléctricas por medios electrónicos, lo cual limitó la revisión de las estadísticas históricas de consumo, datos comunes en las planillas impresas, con las cuales el cálculo para el reemplazo de energía “común” por energía alternativa podría obtenerse.

Debido a que las implementaciones de los 4 diferentes objetivos específicos implican una alta inversión, tiempo y en algunos casos obras civiles, no se pudieron llevar a cabo los experimentos respectivos, sin embargo los planteamientos mencionados han sido probados en varias instituciones a las que se hace referencia a lo largo del estudio, como es el caso de la UPV, Universidad Politécnica de Valencia, por lo que se esperaba que en cualquier momento que se desee y planifique implementar cualquier parte de este estudio se lo haga con buenos resultados a mediano y largo plazo.

Si bien es cierto este estudio incluye numerosas partes de carácter técnico, sin embargo el enfoque que se le ha dado es administrativo, y sirve como una guía para contemplar nuevas posibilidades de disminuir costos de operación y a su vez reducir la huella de carbono del campus.

Según el arquitecto Antonio Naranjo, gerente general de ENNE Arquitectos, primera firma de arquitectos, diseño y construcción reconocida en el Ecuador como especialista en el área sostenible, tecnológica y médica, el país aun no cuenta con una cultura que escoja lo sostenible por que no se pasa de ver los altos costos de inversión, para lograr a futuro ahorrar y contaminar menos.

Por ello, aunque de a poco se están viendo cambios, lo principal es lograr educar a la gente en este sentido, para que se entienda que una planificación adecuada para implementar medidas sostenibles no es un gasto, es una inversión.

### **5.3 Recomendaciones para futuros estudios**

La principal recomendación para futuros estudios es el formar un equipo de trabajo en el que se encuentren: financieros, administradores, ing. Ambientales, ing. Eléctricos y comunicadores. Cada uno de los integrantes antes mencionados aportará con sus conocimientos en los puntos específicos de su área, logrando que el estudio sea mas exacto y las propuestas realistas.

Asegurar la recolección de datos históricos como planillas eléctricas de años pasados del campus, registros de los equipos y de ser posible mediciones individuales por edificio. Una vez hecho esto se puede plantear un escenario que sirva como “control” para la realización de el experimento que confirme que las sugerencias maximizan beneficios y minimizan costos.

Realizar un esquema en el que se especifiquen las áreas que por seguridad deben permanecer iluminadas y dentro de las mismas definir cuáles pueden ser asistidas por sensores de movimiento, adicionalmente mantener auditorias visuales para poder



determinar qué clases y oficinas permanecen con las lucen encendidas, especialmente durante los fines de semana.

Por último, se recomienda mantener un seguimiento de las actualizaciones en tecnología aplicada en esta área, las técnicas y políticas que se implementan en otras universidades y los mejores precios que ofrece el mercado tanto nacional como internacional. No esta de mas el recomendar que se tenga un plan previo a las nuevas construcciones y ampliaciones que se proyecten, para lograr el máximo en eficiencia energética de las mismas.

## 6 REFERENCIAS

### Capítulo 1:

A. Velasco, V. Ochoa, R. Peñafiel, M. Cazorla, R. Peñafiel, H. Naranjo. (2012). *Sustainability Report: Baseline year 2012*. Obtenido el 24 Agosto, 2014.

Universidad San Francisco. *Sobre la USFQ*. (2013). En línea. Obtenido el 25 de Agosto, 2014 de: [http://www.usfq.edu.ec/sobre\\_la\\_usfq/Paginas/default.aspx](http://www.usfq.edu.ec/sobre_la_usfq/Paginas/default.aspx)

García Fernández, Javier; Boix Aragonès, Oriol. *Luminotecnia. Iluminación de interiores y exteriores*. (2009). Obtenido el 19 de Agosto de 2014 de: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/>

### Definición de términos:

TWENERGY Una iniciativa de Endesa por la eficiencia y la sostenibilidad. (2012). Obtenido el 19 de Agosto de 2014 de: <http://twenergy.com/a/que-es-la-energia-electrica-381>

DRAE El diccionario de la lengua española. (2001). *Términos varios*. Consultado el 19 de Agosto de 2014 de: <http://lema.rae.es/drae/?val=>

CUS.NET Your world, save money, help the environment. (2014). *Electric lighting*. Obtenido el 20 de Agosto del 2014 de: <http://www.cus.net/electricity/subcats/eleclighting.html>

### Capítulo 2 - 3:

DRAE El diccionario de la lengua española. (2001). *Términos varios*. Consultado el 20 de Agosto de 2014 de: <http://lema.rae.es/drae/?val=>

- Empresa Electrica Quito. (2014). *Consejos para reducir consumo*. Recuperado el 25 de Agosto de 2014, de <http://www.eeq.com.ec:8080/energia-renovable-y-eficiencia/consejos-para-reducir-consumo>
- Guaminga, M. (25 de Julio de 2014). Inventario de luminarias. (M. A. Corrales, Entrevistador)
- J. Arroyave, L. Garcés. (2012). *Tecnologías ambientales sostenibles*. Obtenido el 25 de Agosto de 2014 de Bidila Sitio web: <http://hdl.handle.net/10567/513>
- International Energy Agency. (2014). *Industrial energy efficiency and energy management*. 25 de Agosto de 2014, de IEA Sitio web: <http://www.iea.org/topics/energyefficiency/25brightideas/>
- Arce. Raul G. (2010). *Aparatos y espacios que consumen mas energia*. 1 de Septiembre de 2014, de Conuee Sitio web: [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/espacio\\_aparatos](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos)
- S. Corrick, R. Burg, G. Glasberg, S. Baker, A. Wells, B. Materazzi, A. Humphreys, S. Fedder, S. Arriola, D. Strohm, A. Ellison, T. Somhell & K. Stannard. (2011). *U.S. Appliance Industry: Market Value, Life Expectancy & Replacement Picture 2011*. 6 de septiembre de 2014, de Appliance Market Research Report Sitio web: <http://www.appliancemagazine.com/reports/MarketValue0611SAMPLE.pdf>
- N. A. . (2010). *Repairing you Air Conditioner or Heater versus Replacing*. 6 de septiembre de 2014, de Ra-Jac Sales & Services Sitio web: [http://air-conditioners-and-heaters.com/repair\\_replace\\_air\\_conditioner\\_heater.html](http://air-conditioners-and-heaters.com/repair_replace_air_conditioner_heater.html)
- N. A.. (2006). *Limpieza y mantenimiento de las luminarias*. 6 de septiembre de 2014, de Eroski Consumer Sitio web: [http://www.consumer.es/web/es/economia\\_domestica/servicios-y-hogar/2006/04/06/150775.php](http://www.consumer.es/web/es/economia_domestica/servicios-y-hogar/2006/04/06/150775.php)
- N.A.. (2010). *Your Guide to a Greener Business*. 15 de septiembre de 2014, de Green Business Santa Barbara County Sitio web: <http://greenbizsbc.org/gbp-restaurant-guidebook-nov2010.pdf>
- N.A.. (2012). *Software de autoapagado*. 18 de septiembre de 2014, de Universidad Politecnica de Valencia Sitio web: <http://www.upv.es/entidades/ASIC/manuales/746950normalc.html>
- Schneider Electric. (2007). *Leading Techniques for Energy Savings in Colleges and Universities*. 3 de octubre de 2014, de Schneider Electric Sitio web: [file:///Users/macowner/Downloads/Leading\\_techniques\\_for\\_energy\\_savings\\_in\\_colleges\\_and\\_universities%20\(1\).pdf](file:///Users/macowner/Downloads/Leading_techniques_for_energy_savings_in_colleges_and_universities%20(1).pdf)

- Constellation. (2013). *Energy Saving Strategies For Universities*. 3 de octubre de 2014, de Constellation Energy Resources Sitio web: <http://commercialenergy.constellation.com/energy-saving-strategies-universities-a-4.html>
- Fawoo Technology. (2014). *Preguntas frecuentes*. 3 octubre de 2014, de Fawoo Technology Sitio web: <http://www.tecnologialed.com.mx/FAQ>
- TWENERGY. (2014). *Nuevas tecnologías para el ahorro energético*. 6 de octubre de 2014, de TWENERGY Sitio web: [http://twenergy.com/system/post\\_files/files/925/original\\_pdftwenergy\\_Nuevas\\_Tecnologias\\_Ahorro-02.pdf?1349782946](http://twenergy.com/system/post_files/files/925/original_pdftwenergy_Nuevas_Tecnologias_Ahorro-02.pdf?1349782946)
- SEED. (2014). *Fuentes alternativas de energía utilizadas en la actualidad*. 11 de octubre de 2014, de Schlumberger Sitio web: <http://www.planetseed.com/es/relatedarticle/fuentes-alternativas-de-energia-utilizadas-en-la-actualidad>
- N.A. (2014). *Paneles solares, que son, como funcionan e introducción básica*. 11 de octubre de 2014, de Tipos de Energía Sitio web: <http://tiposdeenergia.info/paneles-solares-que-son-como-funcionan-e-introduccion-basica/>
- MAE. (2012). *Punto Verde*. 8 de noviembre de 2014, de Ministerio del Ambiente Sitio web: <http://www.ambiente.gob.ec/punto-verde/>
- UC. (2012). *Energía*. 8 de noviembre de 2014, de Eco Campus Universidad de Cantabria Sitio web: <http://www.unican.es/ecocampus/gestion-ambiental/energia.html>

## 7 ANEXOS

Tabla 7.- Equivalencia en consumo de algunos de los artefactos comúnmente encontrados dentro del campus con focos de 100watts.

Aparato	Nombre y Consumo por hora	Equivale a tener encendidos el siguiente número de focos (100 watts) durante una hora
	Radio <b>15w</b>	
	DVD <b>25w</b>	
	Estéreo <b>75w</b>	
	Ventilador <b>100w</b>	
	Batidora manual <b>140w</b>	
	Televisión <b>150w</b>	
	Computadora <b>150w</b>	

	Extractor de jugos <b>250 w</b>	
	Licuadora <b>350w</b>	
	Bomba para agua <b>400w</b>	
	Refrigerador estándar <b>575w</b>	
	Cafetera <b>700w</b>	
	Parrilla eléctrica <b>850w</b>	
	Tostador eléctrico <b>900w</b>	
	Horno eléctrico <b>950w</b>	

	Aspiradora <b>1200w</b>	
	Horno de microondas <b>1200w</b>	
	Aire acondicionado <b>2950w</b>	

(Arce, 2010)

## 7.1 Listado de luminarias campus Cumbayá USFQ. Enero 2013 – junio 2014.

### Fluorescentes de 40

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
25/01/13			4	11
02/02/13	1.3	50		61
04/02/13			10	51
05/02/13	1.3	30		81
14/02/13			10	71
18/02/13			9	62
20/02/13			2	60
04/03/13			11	49
21/03/13			25	24
26/03/13			6	18
04/04/13			5	13
16/04/13			2	11
19/04/13			4	7
03/05/13	1.3	30	14	23
07/05/13	1.3	30		53
13/05/13			8	45
15/05/13			2	43
21/05/13			22	21
28/05/13			6	15
03/06/13	1.3	60		75
11/06/13			10	65
18/06/13			2	63
24/06/13			2	61
01/07/13			4	57
08/07/13			5	52
19/07/13			2	50
30/07/13			4	46
12/08/13			4	42
19/08/13			12	30
03/09/13	1.3	60		90
11/09/13			12	78
16/04/13			12	66
07/10/13			2	64
14/10/13			10	54



21/10/13			12	42
18/11/13			10	32
27/11/13			2	30
02/12/13			6	24
16/12/13	1.3	80	60	84
14/01/14			8	36
04/02/14			10	26
10/02/14			6	20
24/02/14			10	10
28/02/14			2	8
07/03/14	1.3	30	22	16
04/04/14			8	8
22/04/14			2	6
02/05/14			6	0
02/05/14	1.3	30	2	28
19/05/14			4	24
02/06/14			6	18
11/06/14	1.3	20	6	42

	<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Total</b>	<b>546</b>	<b>420</b>

### Fluorescentes de 32

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
07/01/13			32	9
11/01/13			2	7
15/01/13	1.4	50	28	29
16/01/13	1.4	75		104
17/01/13			2	102
20/01/13			20	82
06/02/13			10	72
25/02/13	1.35	75		147
25/02/13			8	139
25/02/13			30	109
26/02/13			8	101
04/03/13			4	97
07/03/13			20	72
14/03/13			2	70

20/03/13	1.3	50		120
26/03/13			68	52
02/04/13			2	50
04/04/13			8	42
11/04/13			12	30
16/04/13			24	6
19/04/13	1.3	75	25	50
22/04/13			2	48
23/04/13			25	23
26/04/13			8	15
30/04/13			3	12
02/05/13			3	9
03/05/13	1.21	50	44	15
07/05/13	1.21	75		90
13/05/13			35	55
21/05/13			35	20
22/05/13			4	16
28/05/13			6	10
03/06/13	1.21	75	38	47
04/06/13			12	35
10/06/13			13	22
11/06/13			22	0
11/06/13	1.2	50		
12/06/13			20	30
14/06/13	1.2	75		105
17/06/13			29	76
24/06/13			25	51
27/06/13			8	43
28/06/13			28	15
<b>jul-13</b>	1.2	75	20	70
			10	60
			6	54
			25	29
	1.15	50	59	20
	1.15	50		70
			10	60
			12	48
<b>ago-13</b>			8	40
			28	12
	1.15	50	34	23
			23	0
<b>sep-13</b>	1.15	100	20	80
			24	56
			6	50

			18	32	
	1.15	75	38	64	
			30	39	
<b>oct-13</b>			27	12	
			8	4	
			2	2	
		100	12	90	
			66	24	
		1.1	75	62	37
		1.1	75		112
				22	90
				6	84
				5	79
				24	55
				4	51
	<b>nov-13</b>			32	19
				10	9
		1.1	75	59	25
				2	23
				6	17
				6	11
				0	11
			75	10	76
<b>dic-13</b>			52	24	
			10	14	
		1.1	75		89
<b>ene-14</b>			20	69	
			36	33	
			5	28	
		50		78	
		1.15	75		153
				34	119
<b>feb-14</b>			10	109	
			15	94	
			5	89	
			41	48	
			25	23	
		1.09	10		33
		1.09	100		133
		1.09	75		208
				25	183
				40	143
<b>mar-14</b>			35	108	
			10	98	

			10	88
<b>abr-14</b>	1.09	100		188
			10	178
			101	77
			4	73
			38	35
		50	16	69
<b>may-14</b>			14	55
			25	30
		105		135
			30	105
			8	97
			10	87
			7	80
			10	70
			10	60
<b>jun-14</b>			27	33
			16	17
		50	38	29
			10	19

Precio	Total	Cantidad
1.4	175	125
1.35	101.25	75
1.3	162.5	125
1.21	242	200
1.2	240	200
1.15	575	500
1.1	467.5	425
1.09	534.1	490
<b>Total</b>	<b>2497.35</b>	<b>2140</b>

### Fluorescentes de 54

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad

<b>abr-14</b>	4.95	40		
			8	32
<b>may-14</b>			5	27

**Costo                      Cantidad**  
**Total                      198                      40**

### **Fluorescentes C-3**

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
<b>dic-13</b>	1.2	27	2	25
<b>ene-14</b>	1.2	2		27
<b>feb-14</b>			2	25

**Costo                      Cantidad**  
**Total                      34.8                      29**

### **Fluorescentes 110**

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
				37
<b>ene-13</b>			15	22
			2	20
	5.4	15		35
<b>feb-13</b>			4	31
			12	19
			4	15
<b>mar-13</b>			2	13
	5.5	15		28
<b>abr-13</b>			2	26
			6	20
			2	18
			6	12
			2	10
<b>may-13</b>			8	2
	4.25	30		32
			10	22
			4	18

<b>jun-13</b>			6	12
	4.25	30		42
			13	29
			2	27
			3	24
			6	18
<b>jul-13</b>			4	14
			4	10
<b>ago-13</b>			2	8
			4	4
	5.5	30		34
			4	30
<b>sep-13</b>			6	24
			2	22
			4	18
<b>oct-13</b>			4	14
			6	8
	7.67	30		38
			4	34
<b>nov-13</b>			4	30
			4	26
			6	20
<b>dic-13</b>			2	18
			4	14
<b>ene-14</b>			4	10
			6	4
	7.67	15		19
			6	13
	7.67	25		38
			12	26
			10	16
			5	11
<b>feb-14</b>	7.67	15		26
			8	18
			6	12
<b>mar-14</b>			7	5
	7	30	2	33
<b>abr-14</b>			6	27
			10	17
			2	15
<b>may-14</b>			5	10
	7	30		40
			4	36
<b>jun-14</b>			4	32

			4	28
			5	23
			3	20

Precio	Total	Cantidad
5.4	81	15
5.5	247.5	45
4.25	255	60
7.67	651.95	85
7	420	60
<b>Total</b>	<b>1655.45</b>	<b>265</b>

### Ahorrador 25w

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
<b>ene-13</b>			20	130
			20	110
			65	45
			12	33
	2.5	210		243
			3	240
			30	210
			2	208
			36	172
			17	155
<b>feb-13</b>			2	153
			25	128
			42	86
			2	84
			17	67
			8	59
<b>mar-13</b>			19	40
			12	28
	2.5	186		214
			4	210
			40	170
			2	168
	3.2	40		208

			25	183
			33	150
<b>abr-13</b>			5	145
			3	142
			19	123
			28	95
			12	83
			5	78
			36	42
			12	30
	<b>may-13</b>			24
			2	4
3.2		40		44
3.4		40		84
3.2		168		252
			23	229
			56	173
			5	168
			7	161
			3	158
			30	128
			21	107
<b>jun-13</b>				14
			13	80
	3.4	24		104
			19	85
	3.45	30	26	89
	2.4	20		109
			16	93
			12	81
			8	73
			7	66
			3	63
	2.4	12		75
			24	51
<b>jul-13</b>			45	6
			24	-18
	2.25	120		102
	2.25	84		186
			9	177
			7	170
			12	158
			21	137
			47	90



	2.64	90		180
	3.18	60		240
			25	215
			14	201
<b>ago-13</b>			5	196
			15	181
			10	171
			12	159
			10	149
<b>sep-13</b>			30	119
			16	103
			4	99
	3.2	48		147
			10	137
			24	113
	3.71	60		173
<b>oct-13</b>			32	141
			3	138
	2.2	30		168
			10	158
			2	156
			50	106
			12	94
		186		280
			22	258
			2	256
			20	236
			18	218
<b>nov-13</b>			25	193
			12	181
			6	175
			27	148
			24	124
			49	75
<b>dic-13</b>			24	51
	2.1	72		123
			36	87
			30	57
<b>ene-14</b>			10	47
			8	39
	3.81	48		87
	3.2	120		207
			127	80
	3.75	60		140

			4	136
<b>feb-14</b>			6	130
			6	124
			61	63
			4	59
			25	34
	2.55	50		84
	2	60		144
				144
		30		174
			8	166
		10	156	
<b>mar-14</b>			16	140
	2.7	100		240
			36	204
			39	165
<b>abr-14</b>	2.7	60		225
			58	167
			10	157
			46	111
			4	107
<b>may-14</b>			26	81
	2.5	120		201
	2.7	60		261
			20	241
			32	209
			20	189
<b>jun-14</b>			12	177
			15	162
			24	138
			32	106
	2.7	92		198
	2.84	36		234
			35	199

Precio	Total	Cantidad
2.5	1290	516
3.2	1331.2	416
3.4	217.6	64
3.45	103.5	30
2.4	76.8	32
2.25	459	204
2.64	237.6	90

3.18	190.8	60
3.71	222.6	60
2.2	66	30
2.1	151.2	72
3.81	182.88	48
3.75	225	60
2.55	127.5	50
2	120	60
2.7	842.4	312
2.84	102.24	36

**Total                    5946.32                    2140**

**Focos refrigeradora E-22**

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
<b>mar-13</b>			4	20
<b>jul-13</b>	1.42	10		30
			2	28
<b>sep-13</b>			6	22
			2	20
<b>dic-13</b>			14	16
<b>ene-14</b>	1.48	10		26
<b>feb-14</b>			4	22
<b>may-14</b>			5	17
<b>jul-14</b>			10	7
			4	3

Precio	Total	Cantidad
1.42	14.2	10
1.48	14.8	10
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>20</b>

**Foco tipo vela Molabrado 12 E 12**

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad

feb-13			5	50
			10	40
may-13			20	20
			10	10
jun-13	0.66	50		60
jul-13			10	50
			12	38
ago-13			5	33
			4	29
sep-13			20	9
	0.66	50		59
			10	49
nov-13			45	4
	0.66	30	2	32
dic-13			10	22
feb-14			10	12
			12	0
	0.66	60		60
			10	50
mar-14			20	30
abr-14			10	20
may-14			10	10
	1.96	50		60
			40	20
jun-14	0.66	50		70
			15	55
			10	45
			15	30

Precio	Total	Cantidad
0.66	158.4	240
1.96	98	50
<b>Total</b>	<b>256.4</b>	<b>290</b>

### Foco tipo vela E 27

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
ene-13	0.62		6	52
feb-13		100		152

<b>mar-13</b>			10	142
<b>may-13</b>			10	132
<b>jun-13</b>			6	126
			5	121
<b>jul-13</b>			4	117
			10	107
			12	95
<b>ago-13</b>			10	85
<b>sep-13</b>			5	80
<b>nov-13</b>			10	70
			20	50
<b>feb-14</b>			10	40
			25	15
<b>abr-14</b>			4	11
			2	9
<b>jun-14</b>	0.66	40		49

<b>Precio</b>	<b>Total</b>	<b>Cantidad</b>	
0.62	62	100	
0.66	26.4	40	
<b>Total</b>	<b>88.4</b>	<b>140</b>	

### **Foco PAR 20**

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
<b>ene-13</b>			10	21
			2	19
<b>abr-13</b>			2	17
<b>jul-13</b>			3	14
<b>ago-13</b>			4	10
<b>oct-13</b>			3	7
			1	6
<b>nov-13</b>			2	4
			2	2
<b>feb-14</b>			1	1
			1	0
			2	-2

**Sin compras durante el periodo**

**Foco PAR 30**

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
<b>ene-13</b>			2	8
<b>feb-13</b>			1	7
<b>abr-13</b>			2	5
<b>jun-13</b>			4	1
	8.56	20		21
<b>jul-13</b>			2	19
<b>ago-13</b>			8	11
<b>oct-13</b>			2	9
<b>nov-13</b>			2	7
			2	5
<b>abr-14</b>			2	3

Precio	Total	Cantidad
8.56	171.2	20
<b>Total</b>	<b>171.2</b>	<b>20</b>

**Foco tipo reflector de 60w**

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
<b>may-13</b>			4	0
<b>jun-13</b>	3.64	10		
<b>ene-14</b>	3.57	10		

Precio	Total	Cantidad
3.64	36.4	10
3.57	35.7	10
<b>Total</b>	<b>72.1</b>	<b>20</b>

**Focos Mercurio 400w coliseo E40**

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
<b>feb-13</b>			2	1
<b>mar-13</b>		10	6	5
<b>jun-13</b>			4	1
	14.08	10		11
<b>dic-13</b>			2	9
	14.08	12		21
<b>ene-14</b>			5	16
<b>feb-14</b>			3	13
			3	10
			4	6
	14.08	6		12
<b>abr-14</b>			3	9
<b>may-14</b>			4	5
<b>jun-14</b>			8	-3

Precio	Total	Cantidad
14.08	535.04	38
<b>Total</b>	<b>535.04</b>	<b>38</b>

**Focos de mercurio de 175w**

Fecha	Valor unitario	Entrada / Cantidad	Salida / Cantidad	Saldos / Cantidad
<b>ene-13</b>			5	3
<b>abr-13</b>	8	6		9
			2	7
<b>jun-13</b>			2	5
			3	2
	8.03	10	4	8
<b>jul-13</b>			4	4
<b>sep-13</b>	4.82	6	3	7
<b>nov-13</b>			3	4
	9.82	10		14
			2	12
			2	10

<b>feb-14</b>			2	8
<b>mar-14</b>	4.82	10	4	14
<b>jul-14</b>			6	8

<b>Precio</b>	<b>Total</b>	<b>Cantidad</b>
8	48	6
8.03	80.3	10
4.82	77.12	16
9.82	98.2	10
<b>Total</b>	<b>303.62</b>	<b>42</b>



## **7.2 Cotizaciones y reportes realizados por la empresa PROVIENTO**

Las cotizaciones mostradas a continuación fueron enviadas por la empresa Proviento, luego de visitar el campus Cumbayá de la USFQ y evaluar las diferentes zonas en las que se pueden instalar paneles solares. Por otro lado también las luminarias del coliseo Alexandros, fueron evaluadas y se determinó que pueden ser reemplazadas por luminarias más eficientes, cuya cotización se encuentra a continuación.

<b>PROVIENTO S.A. Energías Renovables Ecuador</b>			
RUC: 1791819446001			
Proforma #:	96-0714	Fecha:	14-jul-14

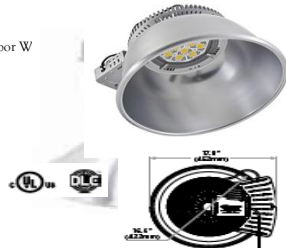

Srs. USFQ Cumbayá,

a continuación la proforma de las luminarias más adecuadas para la sustitución en el coliseo con lo cual se reduce un 50% de demanda de potencia y energía alrededor de 1600 KWh/mes con 12 horas de uso al día.

**Datos del cliente:**

Nombre/Razon Social:	USFQ Cumbayá
Responsable / Attn.:	Marco Corrales
Dirección:	Cumbayá

**Proforma por:**

Equipos Medición:			Equipos Generación:		X		Servicios internos:		Servicios externos:	
Cantidad:			Descripción Item:					Valor (USD)		
#	En Stock							Unidad	Total	
30	Pcs	0	<b>Highbay LED CREE CXB</b>  <p>Highbay LED de altísima eficiencia con mas de 100lumes por W de garantía por parte del fabricante.            Con Led Chips de CREE            Potencia: 230W            Flujo luminoso: 23000lm            Color: 4000K            Voltaje: 12' -277 VAC            CRI: &gt;70            Horas vida: &gt;75000h            Peso: 7kg</p>					675,00	20.250,00	
20	Pcs	0	<b>Luminaria de alta eficiencia CREE XSPR</b>  <p>La mejor luminaria LED que existe en el mercado a un precio económico del líder en tecnología LED: CREE de EEUU            Potencia: 42W            Flujo Luminoso: 4100lm            Eficacia Luminosa: 100 lm/W            CCT: 5700K            CRI &gt; 70            Vida útil: 92% de lumenes @ 50.000h            Garantía: 5 años            Fuente de Luz: 5 LEDs            Alimentación: AC 100~277V,50 / 60Hz            Material: Aluminio            Grado de Protección: IP65            Temperatura de Operación: -25°C ~ +45°C            Dimensiones: 567 L X 250 W X 126 H (mm), 6kg            Origen: EEUU</p>					350,00	7.000,00	
1	Glb	0	<b>Material menor</b>					500,00	500,00	
1	Glb	0	<b>Instalación</b>					2.000,00	2.000,00	
<b>SUBTOTAL:</b>									<b>29.750,00</b>	
Descuento: 0%								0,00	0,00	
<b>SUBTOTAL:</b>									<b>29.750,00</b>	
IVA 12%									3.570,00	
<b>VALOR TOTAL (USD):</b>									<b>33.320,00</b>	

**Información adicional:**

Condiciones de Pago:	70% de anticipo y 30% contra entrega.
Tiempo de entrega:	2 meses apartir del anticipo
Lugar de entrega:	USFQ sede Cumbayá
Validez de la oferta	15 dias
Estado de equipos	Nuevos y con garantía técnica de 2 años
Referencia Bancaria:	ProViento, CC: 3037563504, Banco Pichincha, Swift: PICHECEQ

Atentamente:



Olaf Schwetje, ProViento SA

<b>PROVIENTO S.A. Energías Renovables Ecuador</b>			
RUC: 1791819446001			
Proforma #:	94-0714	Fecha:	14-jul-14

Srs. USFQ;

a continuación la proforma de un sistema fotovoltaico de inyección bifásica a la red eléctrica, con una potencia instalada de 10260 Wp y capacidad de generación de energía de alrededor de 975 KWh/mes.

ProViento es la empresa que trabaja directamente con SMA en el Ecuador, por tal razón nosotros gozamos de todo respaldo y garantía en los productos ofertados.

**Datos del cliente:**

Nombre/Razon Social:	UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
Responsable / Attn.:	Marco Corrales
Dirección:	Cumbayá

**Proforma por:**

Equipos Medición:		Equipos Generación:		X	Servicios internos:	Servicios externos:		
Cantidad:		Descripción Item:				Valor (USD)		
#	En Stock					Unidad	Total	
3	Pcs	2	<b>SMA SUNNY BOY SB serie 3000 - 3300</b>  <p>El nuevo Sunny Boy sin transformador es la solución perfecta para generadores fotovoltaicos exigentes e hasta para instalaciones ubicadas parcialmente a la sombra. Su rendimiento es más eficiente y su manejo más cómodo. Con la elevada tensión de CC de 750 V, se produce un ahorro de costes al emplear menos strings paralelos. Con una pantalla LCD gráfica mucho más informativa! Con ajuste de potencia reactiva.</p> <p>Entrada Corriente Continua (de los paneles solares) con los siguientes datos:            Potencia máx. 3200W            Tensión máx. 600VDC            Rango de tensión para MPPT: 268 V - 480 V            Corriente máx. 12A            Número máx. de strings: 3</p> <p>Salida Corriente Alterna (para conexión a la red) con los siguientes datos:            Potencia máx. 3000W            THD: &lt;math&gt;+4\%&lt;/math&gt;            Tensión nominal: 220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 280 V            Frecuencia: 50/60 Hz            Factor de potencia (cos phi)=0.8 ... 0.8</p>				3.150,00	9.450,00
54	Pcs	20	<b>Panel Solar SIMAX 190W/24VDC</b>  <p>Panel Monocristalino 190 Wp / 24V            Variación de potencia: 5%            Voltaje circuito abierto/óptimo: 44,5 / 36,5 V            Corriente cortocircuito/óptimo: 5,77 / 5,34 A            Max. Voltaje String: 1000VDC            Dimensiones: 1580 x 808 x 35 mm            Garantía técnica de 2 años            Certificaciones: IEC, TUV, CE</p>				275,00	14.850,00
1	Pcs	1	<b>Modulo de comunicación WEBBOX</b>  <p>Con el SUNNY WEBBOX se puede realizar el monitoreo, configuración y mantenimiento del sistema via internet. Con su memoria de SMB puede grabar los datos esenciales del sistema.</p>				900,00	900,00
54	Pcs	0	<b>Estructura de soporte paneles solares</b>  <p>Estructuras en hierro galvanizado para instalación en techo            Material menor</p>				75,00	4.050,00
10	Pcs	0	<b>Instalación</b> Instalación, pruebas de funcionamiento, programación y puesta en marcha				400,00	4.000,00
3	Pcs	0	<b>Material menor de conexonado</b>				200,00	600,00
						SUBTOTAL:	33.850,00	
						Descuento: 0%	0,00	
						SUBTOTAL:	33.850,00	
						IVA 12%	4.062,00	
						<b>VALOR TOTAL (USD):</b>	<b>37.912,00</b>	

**Información adicional:**

Condiciones de Pago:	70% anticipo y 30% contra entrega
Garantía:	Garantía técnica de 5 años en equipos, y 2 años en instalación
Tiempo de entrega:	3 meses a partir del anticipo y 10 días para instalación.
Lugar de entrega:	USFQ sede Cumbayá
Validez de la oferta:	14 días
Privacidad:	Este dimensionamiento es propiedad de ProViento S.A., divulgar el mismo sin autorización será sancionado como establece la Ley de Propiedad Intelectual.
Referencia Bancaria:	ProViento, Cuenta#: 3037563504, Banco Pichincha Ecuador, SWIFT: PICHECEQ

Atentamente:



Olaf Schwetje, ProViento SA

## SUNNY PORTAL

**Datos del portador:**

ProViento SA Energias Renovables Ecuador  
Olaf Schwetje  
Barcelona E14-136 y Mallorca  
Quito  
ECUADOR

Tel.: 2231844  
E-Mail: info@proviento.com

---

### Informe de Sunny Portal para la planta:

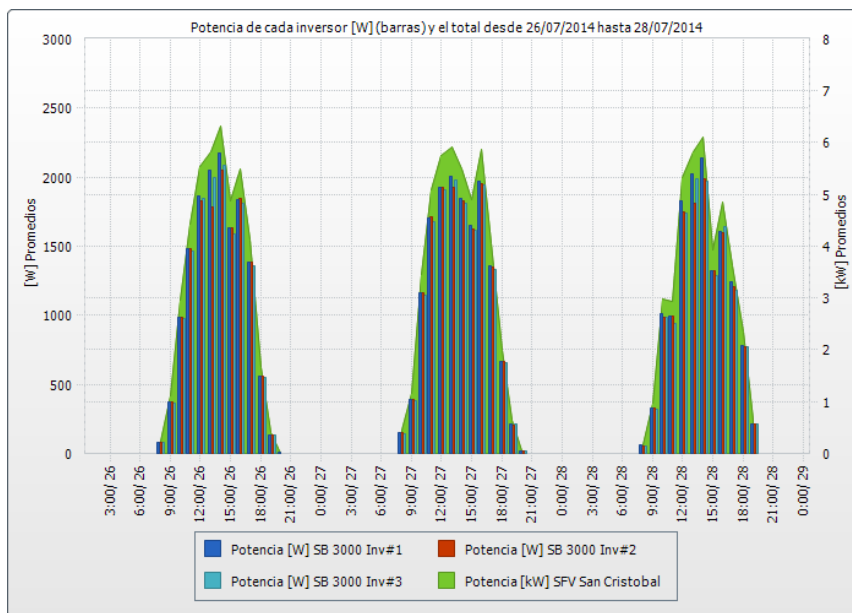
SFV San Cristobal

28/07/2014

---

Rendimiento diario:	39,856 kWh
Potencia hoy (máx.):	7,299 kW
Remuneración hoy:	4,384 USD
Ahorro de CO2 hoy:	39,178 kg

SFV San Cristobal Detalle potencia diaria



27/07/2014  
12:02:57  
GMT (UTC)  
Created by  
Sunny  
Portal / SMA  
Solar  
Technology  
AG

