

**Propuesta para la implementación de
Medidas de Eficiencia Energética y Energía
Renovable en el Centro de Capacitación W.K.
Kellogg**

Luis Alfonso Hidalgo Ortega

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
2014-11-01**

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA EN AMBIENTE Y DESARROLLO

**Propuesta para la implementación de
Medidas de Eficiencia Energética y Energía
Renovable en el Centro de Capacitación W.K.
Kellogg**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Luis Alfonso Hidalgo Ortega

Zamorano, Honduras

2014-11-01

Propuesta para la implementación de Medidas de Eficiencia Energética y Energía Renovable en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg

Presentado por:

Luis Alfonso Hidalgo Ortega

Aprobado:

Victoria Cortes, M.Sc.
Asesora Principal

Laura Suazo, Ph.D.
Directora
Departamento de Ambiente y
Desarrollo

Ingrid Sorto Ing.
Asesora

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Propuesta para la implementación de medidas de eficiencia energética y energía renovable en el centro de capacitación W.K. Kellogg

Luis Alfonso Hidalgo Ortega

Resumen. El presente documento es un estudio de propuesta para la implementación de medidas de eficiencia energética y energía renovable en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg ubicado en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Tiene como objetivo la elaboración de un diagnóstico técnico y económico de los escenarios de mayor consumo energético, que conduzca a la selección de Medidas de Eficiencia Energética (MEE) en los rubros de mayor consumo, resultando en ahorro energético y económico significativo. Se realizó la selección y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico y solar térmico que permitirá la diferenciación de la matriz de consumo energético del Centro garantizando la disponibilidad de energía. Este documento pretende orientar a la administración de la EAP a tomar en cuenta la implementación del estudio, Para la recopilación de información se contó con el apoyo de planta física y la oficina de administración del CK, añadiendo mediciones de consumo energético in situ, con la ayuda de un contador portátil llamado (Kill a Watt). Se dividió el inventario en rubros categorizados en alto, medio y bajo consumo energético. Se seleccionó la energía solar para suplir la demanda de energía. El sistema de iluminación y el consumo de energía para calentar agua resultaron ser los rubros de mayor consumo abarcando el 60% del consumo total. Los ahorros percibidos por el estudio fueron aproximadamente USD 16,380 que representan el 40% de energía ahorrada por la implementación de MEE; Las cuales demuestran una mayor rentabilidad en un periodo de recuperación de 1 año.

Palabras clave: consumo energético, energía renovable, Medidas de eficiencia energética.

Abstract. This paper is a study which proposes the implementation of energy efficiency measures and renewable energy in the W.K. Kellogs Center, located on the Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Its objective is the development of a technical and economic assessment of the scenarios with the highest energy consumption, leading to the selection of Energy Efficiency Measures (MEE) in the areas of greatest consumption. Reducing costs and saving energy. In order to diversify the energy matrix, a photovoltaic and solar thermal system was sized and selected. This document intends to guide the EAP administration to consider the implementation of the measures suggested by the study. Support from the center's administration and physical plant branches were critical for the studies database. Energy consumption measurements were taken on site using a portable counter (Kill a Watt). The inventory was divided into high, medium and low energy consumption categories. Solar energy was selected to supply energy demand. The lighting and water heating systems proved to be the most consuming, 60% of total consumption. The savings calculated by these studies recommendations are approximately USD 16,380; representing 40% of energy savings, by the implementation of MEE, these demonstrate a higher return over a period of 1 year recovery.

Keywords: efficiency energy measures, Energy consumption, renewable energy

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS	5
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4 CONCLUSIONES.....	19
5 RECOMENDACIONES.....	20
6 LITERATURA CITADA	21
7 ANEXOS	23

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Consumo energético mensual por rubros en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg, Honduras 2014.	10
2.	Consumo anual por rubros en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg mediante el Método de Pareto, Honduras 2014.	12
3.	Propuesta de Medidas de Eficiencia Energética, Honduras 2014.	13
4.	Costo por remplazo de luminarias en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg, Honduras 2014.	14
5.	Consumo energético del sistema de iluminación y calentadores de agua aplicando medidas de eficiencia energética, Honduras 2014.	17
6.	Costos de implementación de los sistemas solares, Honduras 2014.	18
Figuras		Página
1.	Mapa de localización del Centro Kellogg de la EAP.	9
2.	Promedio de ocupación del Centro de Capacitación W.K. Kellogg de los años 2012-2013, Honduras 2014.	10
3.	Consumo energético promedio mensual del Centro de Capacitación W.K. Kellogg 2012-2013, ponderación referente al promedio de ocupación, Honduras 2014.	11
4.	Promedio de consumo de agua (m ³), referente al promedio de ocupación del Centro de Capacitación W.K. Kellogg, Honduras 2014.	12
Anexos		Página
5.	Calculo de consumo de agua del Centro de Capacitación W.K. Kellogg sin MEE.	23
6.	Calculo de consumo de agua del Centro de Capacitación W.K. Kellogg con MEE.	24
7.	Sistema de Iluminación sin MEE.	25
8.	Sistema de Iluminación con MME.	26
9.	Análisis financiero del sistema fotovoltaico.	27
10.	Análisis financiero del sistema fotovoltaico.	31
11.	Análisis financiero para las medidas de eficiencia energética.	34

12.	Inventario del equipo energético del CK.....	39
13.	Promedio de ocupación del CK y Ponderación para consumo de agua, energía 2012-2013.	43
14.	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.	44
15.	Reemplazo de luminarias ahorrativas por tecnología LED.....	46

1. INTRODUCCIÓN

El consumo mundial de energía ha registrado un aumento del 2.3% para el año 2013, indicando un crecimiento acelerado con respecto al valor de 1.8% reportado en el 2012. Sin embargo, este incremento se mantuvo por debajo del promedio de 2.5% reportado para los últimos 10 años. (British Petroleum 2014). Los datos presentados por este informe indican que el petróleo continúa siendo el combustible más utilizado a nivel mundial, representando el 32.9% de la matriz energética. El impacto de esta actividad radica en las emisiones que se producen al generar energía a partir combustibles fósiles, contribuyendo a la problemática del cambio climático donde se proyecta que la temperatura puede aumentar en un mínimo de 1.3°C a un máximo de 4.3°C al finalizar este siglo (EnerBuilding 2007). La demanda energética en Honduras continúa en aumento, registrando para el año 2013 un pico de consumo de 1,307 Megavatios, acercándose a la capacidad máxima de 1,380 Megavatios (MW) que tiene disponible la Empresa Nacional de Energía Eléctrica. (ENEE 2014).

La energía eléctrica representa uno de los principales recursos para la industria hotelera, teniendo costos que representan más del 50% de su operación. Los hoteles pueden ser vistos como la combinación arquitectural de tres diferentes zonas o rubros como son el área de huéspedes que representa las habitaciones principalmente, área pública como el lobby, restaurantes y salones de reunión entre otros y finalmente el área de servicio donde las actividades representan un mayor consumo energético, como la cocina y lavandería. (Bohdanowicz *et al.* 2001)

La reducción del consumo de energía y agua se pueden ver desde una perspectiva de negocio, en donde las ventajas competitivas radican en la reducción de costos de operación, fortalecimiento de la imagen de la empresa y acceso a nuevos mercados entre otros. Adicionalmente, la importancia de impulsar medidas que promuevan el uso sostenible de estos recursos se incrementa por la actual situación de crisis energética (CEHAT 2007). Para dicha reducción se acude a la implementación de medidas de eficiencia energética (MEE) que se definen como las técnicas o buenas prácticas implementadas con el objetivo de reducir el consumo energético, de una forma sostenible, segura y rentable. Como parte de estos objetivos se contempla conservar el nivel óptimo en calidad de energía, obteniendo un buen rendimiento en dotación del recurso energético, al brindar productos y servicios a partir de una fuente de energía más limpia, segura y económica (Ministerio de Energía de Chile 2013). De igual manera las MEE, benefician en la reducción del consumo de combustibles fósiles y las emisiones de CO₂, aportando con la reducción costos y mantenimiento del equipo y contribuyendo a reducir la generación de emisiones que incrementan la problemática del calentamiento global (Proveda 2007)

En el sector de hotelería, las medidas de eficiencia energética se implementan con el fin de mantener la calidad del servicio brindado, reduciendo la cantidad de energía consumida innecesariamente. Implementando nueva tecnología se incrementa la competitividad y sostenibilidad de los hoteles (Hotel Energy Solution 2011). Hoy en día las técnicas organizativas como la gestión energética, las buenas prácticas de consumo, operación y mantenimiento oportuno tienen un bajo costo pero son difíciles al momento de sistematizar. Por otro lado, el cambio de tecnología y utilización de equipos de alta eficiencia son una alternativa que conlleva a nuevas inversiones pero permitirán un mayor ahorro y durabilidad de los procesos.

La implementación de iniciativas de ahorro como las descritas previamente contribuye al turismo eco sustentable, que actualmente es una pequeña contribución del turismo global, pero representa el sub-mercado de más rápido crecimiento. Muchos turistas hoy en día demandan que los hoteles sean amigables con el ambiente, los beneficios económicos que estos hoteles presentan abarcan las oportunidades, para el desarrollo, comodidad, mejor ambiente de trabajo, competitividad, ganancias (Bohdanowicz *et al.* 2001).

Los ahorros económicos por reducción del consumo energético representan los indicadores de éxito más notables en la implementación de MEE. Un caso de estudio realizado en un hotel de Hawái, con un promedio de 75 cuartos y con un clima tropical, en donde su mayor consumo de energía es debido al uso del aire acondicionado; se destinaron US\$126,300 para la implementación de MEE obteniendo un ahorro de US\$35,150 anuales con un periodo de retorno de la inversión de 6 años. Otra investigación de realizo en Suecia donde existe un clima templado se seleccionó un hotel con un promedio de 75 cuartos, que destina su mayor consumo de energía a la calefacción, se destinaron US\$171,990 en la aplicación de MEE se obtendría un ahorro de US\$14,120 en donde la inversión será recuperada en un periodo de 12 años (Rezachek *et al.* 2001).

Un diagnóstico realizado por (USAID 2010) en el Hotel Árbol de Fuego ubicado en El Salvador, que cuenta con 16 habitaciones con servicios de aire acondicionado, baño privado con agua caliente y servicio de desayuno, presentó una reducción de US\$6,948 (58%) en la factura anual, luego de implementar MEE como la reducción del caudal de grifos y duchas, reemplazo de focos, calentadores solares para agua entre otros.

Un estudio de caso realizado (BUN-CA 2006) a una muestra de 120 hoteles con un promedio de 20-60 habitaciones, ubicados en Costa Rica, los cuales después de reuniones introductorias, entrevistas de interés hacia la implementación de auditorías energéticas. Aproximadamente seis representantes de estos hoteles (Marriott Los sueños, El parador, Sí Como No, Jacó Beach, Club de Mar, Tioga), decidieron participar. Para las auditorías energética que incluyo, inventario de equipo, consumo de energía, perfiles de uso y un inventario de oportunidades de ahorro energético que se dividió tres grupos, según la inversión requerida; ninguna inversión (buena administración), poca inversión (inversión de cinco mil dólares), inversión alta (más de cinco mil dólares). El inventario de equipos que se dividieron en tres categorías de uso de energía: hospedaje, alimentación y lavandería. En total, recomendaron 16 medidas de eficiencia energética como cambio de unidades de refrigeración, sustitución de lámparas incandescentes, sustitución de

calentadores eléctricos entre otros. Ahorrando un 24.1% de la factura energética e inversiones. A partir de la implementación de medidas se obtuvo un ahorro de 33 toneladas en emisiones de CO₂.

Así mismo, casos como el Hotel Club de Mar en Costa Rica, realizó la implementación de medidas como la reubicación de 44 unidades de compresores de A/C, cerrar fugas de calor, cambio de 200 lámparas más eficientes. Representando una inversión de US\$8,700 que se recuperara en un periodo de 12 meses. Otro caso de éxito es el del Hotel Jacó Beach en Costa Rica, gasta 10% menos en electricidad, considerando la implementación de MEE como remplazo el 95% de las lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes (LFC), cambio de 10 gabinetes de refrigeración por una cámara de enfriamiento, presentando una inversión de US\$15,000, adicional se invirtió US\$2,000 en la mejora en el sistema de bombeo de la piscina automatizado, esta mejora ahorra US\$1,000 al mes en electricidad resultando en un periodo de recuperación de cinco meses (BUN-CA 2006).

La implementación de fuentes de energía renovable integrado a un plan de eficiencia energética, reduce en forma considerable los costos de este recurso y por lo tanto hace posible su adquisición e implementación dentro de un panorama económico con múltiples beneficios, ya que puede reducir significativamente el riesgo de un impacto económico sea este escasez de energía o incremento de los precios (Hotel Energy Solution 2011).

Se cuenta con diferentes metodologías para la implementación de MEE en diferentes sectores. La implementación de medidas de bajo costo que representen una mejora en la gestión energética, como las buenas prácticas de consumo, operación y mantenimiento oportuno se consideran previo a realizar propuestas que impliquen el cambio de tecnologías y uso de equipos de alta eficiencia. Esta última etapa representa una mayor inversión pero a la vez se puede registrar un mayor ahorro. (Perdomo & Gonzales, 2013) Asimismo los principios expuestos para la implementación de un Sistema de Gestión de la Energía expuestos en la norma ISO 50001, que contempla la planificación, acciones a tomar, verificación de la eficacia de las medidas implementadas y la selección de acciones correctivas que contribuyan a la mejora continua del sistema. Estas metodologías de implementación pueden aplicarse a cualquier tipo de empresa o industria donde exista un consumo energético y por lo tanto son congruentes con las actividades realizadas en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg., obteniendo así beneficios como, la reducción de la energía requerida, aumento de la producción, reducción del tiempo de operación, ahorro de materias primas, mejora en la calidad del producto, extensión de la vida de equipos y suministros, reducción de limpieza y requerimientos de mantenimiento, incremento de la capacidad del sistema y reducción de emisiones.

Con el objetivo de generar un diagnóstico del consumo energético en la Escuela Agrícola Panamericana, el Centro Zamorano de Energía Renovable (CZER) gestionó a través del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) una auditoría que reflejara los rubros con mayor demanda de energía. Para la recopilación de la información se solicitó las facturas de servicios públicos de energía a la Dirección de Planta física, contemplando un periodo de 12 meses (2011-2012). Esta información fue usada para desarrollar un diseño de consumo histórico y una propuesta para implementación de medidas de eficiencia

energética. Este análisis se realizó considerando todas las actividades realizadas en el campus Zamorano, tomando muestra de los salones de clase, plantas industriales, edificios administrativos y el Centro de Capacitación W.K. Kellogg (BID 2013).

Adicionalmente, se cuenta con el estudio de implementación de medidas de eficiencia energética, en donde se realizó la estimación del consumo energético del Centro Capacitación W.K. Kellogg (CK), presentando tres diferentes escenarios para implementación con sus respectivos costos y retornos (Sandóval 2013). Una de las conclusiones de su estudio explica que las medidas seleccionadas se distribuyeron en 3 escenarios de acción; campaña de sensibilización, automatización de equipos, y el campo completo de los equipos actuales. En los tres escenarios la medida que representa mayor ahorro energético es accionar en las luminarias, ya sea apagándolas en la madrugada, colocando sensores de movimiento o cambiándolas por luminarias más eficientes energéticamente, por esta razón el plan de eficiencia en el CK debe partir de este punto. Sin embargo, el estudio no contempló la implementación de fuentes de energía renovable que contribuyan a la matriz energética del Centro de Capacitación W.K. Kellogg y la metodología de estimación de consumo no fue validada por técnicas de medición de consumo in situ, diferenciándolo del presente estudio donde se realizó el levantamiento real de consumo energético, resultando como rubro de mayor consumo el servicio de agua caliente.

El presente estudio tiene como objetivo la elaboración de un diagnóstico técnico y económico de los escenarios de mayor consumo energético del Centro de Capacitación W.K. Kellogg, que conduzca a la selección de MEE en los rubros de mayor consumo, esperando como resultado un ahorro energético y económico significativo. También se realiza la selección y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico y solar térmico en conjunto con el panorama de implementación de MEE, que permitirá la diferenciación de la matriz de consumo energético del Centro de Capacitación W.K. Kellogg y garantizará la disponibilidad de energía para el rubro seleccionado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El Centro de Capacitación W.K Kellogg se encuentra ubicado en el campus central de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, ubicada a 30 km al sureste de Tegucigalpa, Honduras.

El estudio se realizó tomando los principios de la norma ISO 50001 del sistema de gestión energética la cual indica la ruta para la implementación de las MEE y se enmarca en el ciclo de mejoramiento continuo PDCA (planificar, hacer, verificar, actuar), y la metodología propuesta por (Perdomo & Gonzales 2013). Ambas metodologías tienen como meta conocer el comportamiento de la organización estableciendo controles, objetivos, procedimientos y procesos necesarios para un mejor desempeño energético seguidamente de un monitoreo en base a políticas para reportar resultados y buscar finalmente la toma de acciones que mejoren continuamente el desempeño energético en base a los resultados obtenidos.

Historial de consumo energético. Se solicitó la información del promedio de ocupación mensual en la oficina Administrativa del Centro de Capacitación W.K. Kellogg. Posteriormente se realizó el levantamiento del inventario de los equipos que operan con energía eléctrica y que se encuentran ubicados en las diferentes habitaciones, oficinas, recepción, salas de conferencias y áreas de mantenimiento del Centro de Capacitación W.K. Kellogg. Luego se registraron y tabularon las características del equipo, su ubicación, tamaño, marca y la información de requerimientos energéticos reportada en las etiquetas de especificaciones. Los equipos que carecían de esta información se sometieron a un análisis de consumo energético utilizando el contador portátil Kill a Watt. El contador también fue aplicado para cuantificar las horas que los diferentes equipos permanecían en uso, incluyendo los previamente registrados. Información adicional fue corroborada con el personal de aseo y administrativo encargado del uso de los equipos del Centro de Capacitación W.K. Kellogg. Adicionalmente a estos datos, también se contó con la información disponible de la auditoria de eficiencia energética realizada por el BID (2013), en la cual se presentan los consumos mensuales del campus Zamorano a lo largo de un año.

Los datos se tabularon y el consumo energético se expresó en términos de MWh se calculó de la siguiente forma (Ecuación 1):

$$P(kW)*Hf(h)= CE/1000 (MWh)[1]$$

Dónde:

P: es la potencia de cada equipo tabulado expresado en kW.

Hf: horas que el equipo está en funcionamiento consumiendo energía.

CE: consumo de energía

El consumo energético de los calentadores se estimó a partir del agua caliente consumida en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg. Se realizó un aforo a las duchas y lavamanos en las habitaciones en donde se registró la cantidad de agua caliente expulsada durante un minuto, luego se estimó el consumo de agua por persona tomando como referencia el promedio de uso de agua caliente en la auditoría realizada por el BID en el 2013 que indica una demanda de 10 minutos de agua caliente para el lavamanos y 20 minutos en la ducha por persona cada día. Esta actividad se realizó cuando el panorama del Centro de Capacitación W.K. Kellogg se encontraba al 80% de ocupación que representa el nivel máximo en los últimos años. El consumo anual de agua caliente fue ponderado tomando como referencia el promedio de ocupación proporcionado.

Estos datos fueron tabulados y el consumo energético expresado en términos de kWh se calculó de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Energía consumida} &= m \times c_p \times \Delta T \quad [2] \\ \text{Energía consumida} &= (\text{Vol}_{\text{agua}} \times \rho_{\text{agua}}) \times c_p \times \Delta T \end{aligned}$$

En donde: Vol_{agua} es el volumen de agua que se va a calentar, estimando que la temperatura se elevará de 20°C a 45°C al salir del calentador.

ρ_{agua} es la densidad del agua (1 kg/L).

c_p es el calor específico del agua (4.1813 kJ/kg °C).

ΔT es la diferencia en temperaturas del proceso ($\Delta T = T_f - T_i = 45 - 20 = 25$ °C),

Finalmente, se aplica la conversión de que 1 kWh = 3,600 kJ para el cálculo de la energía consumida (Ecuación 3).

$$\text{kWh} = \text{Gal} \times \frac{\text{L}}{\text{Gal}} \times \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times ^\circ\text{C} \times \frac{\text{kWh}}{\text{kJ}} \quad [3]$$

$$\begin{aligned} \text{kWh} &= 1 \times \frac{3.78}{1} \times \frac{1}{1} \times 4.1813 \times 25 \times \frac{1}{3600} \\ \text{kWh} &= 0.11 \text{ kWh} \quad [4] \end{aligned}$$

Es decir que la energía requerida para calentar un galón de agua es de 0.11 kWh (Ecuación 4). Este valor es aplicado al consumo anual de agua caliente para obtener la cantidad de energía necesaria para esta actividad. Al obtener el consumo de energía diario, se realizó un valor ponderado con el promedio de ocupación para estimar el consumo

anual del Centro de Capacitación W.K de Capacitación W.K. Kellogg La información del consumo energético de los diferentes rubros fue tabulada para su posterior categorización.

Categorización de rubros. Los datos de consumo energético tabulados fueron agrupados conforme a la similitud en sus características, seleccionando los rubros de iluminación, agua caliente (calentadores), electrodomésticos, aire acondicionado y ventilación. Seguidamente se contabilizó el consumo energético por cada rubro mencionado, realizando el cálculo porcentual de cada uno de ellos respecto al total requerido en el Centro de Capacitación W.K Kellogg. Se priorizaron los rubros que presentaron los mayores porcentajes de consumo y que ofrecen un alto potencial de mejora en la gestión energética del sitio de estudio, seleccionando los dos primeros lugares para el desarrollo de la propuesta de implementación medidas de eficiencia energética.

Selección de MEE y panoramas de ahorro propuestos. Se realiza una revisión literaria de experiencias en implementación de Medidas de Eficiencia Energética para el sector hotelero, tomando como referencia los resultados obtenidos en los equipos que representan un consumo significativo de energía. A partir de la identificación de los puntos críticos, se procedió a la selección de tecnología que se implementara como medidas de eficiencia energética reduciendo la matriz energética actual. Se elaboró una tabla con las posibles medidas de eficiencia energética y la selección de los parámetros se fundamentó en el costo de inversión donde fue planteando como escenario de acción el reemplazo del equipo por tecnología más eficiente que permita la reducción del consumo en la fuente. Se realizó el cálculo del nuevo panorama de consumo que se verificará en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg, después de implementadas las medidas de eficiencia energética para observar los ahorros.

Para la reducción de luminarias que se realizaron en las salas de conferencia se calcularon según el método de los lúmenes (LUMINOTECNIA) iluminación general y uniforme de un determinado espacio. Un sistema de iluminación está conformado por: la fuente de luz o lámpara utilizada, la luminaria, los sistemas de control y regulación de la luminaria. Se realizó mediciones de lúmenes en salas de conferencia para intensidad de luz, tomando como base la norma Europea UNE-EN 12464-1:2003, para la iluminación de los lugares de trabajo. Sus recomendaciones en cantidad y calidad del alumbrado, contribuyen a diseñar sistemas de calidad y confort visual (Cabanés *et al* 2011).

Dimensionamiento de sistemas de energía renovable. Tomando en cuenta los rubros de mayor consumo y la disponibilidad del recurso renovable en el sitio de estudio, se realiza la selección del tipo de tecnología a implementar. Para el dimensionamiento se aplican los protocolos propuestos por Solar Energy International, tomando como punto de partida los requerimientos energéticos luego de la implementación de las MEE propuestas en el apartado anterior.

El cálculo de las dimensiones del sistema fotovoltaico consta de los siguientes componentes:

Generador fotovoltaico. Es el encargado de transformar la energía del sol en energía eléctrica. Está conformado por varios módulos fotovoltaicos conectados en serie o paralelo.

Batería de acumulación. Sistema que se encarga del almacenamiento de la energía producida por el sistema fotovoltaico. De este modo la energía almacenada puede ser usada durante la noche o en momentos donde no haya radiación solar.

Regulador de carga. Encargado de controlar los procesos de sobre carga que resulten dañinas para las baterías acortando su vida útil.

Inversor. Necesario ya que la producción del sistema fotovoltaico es energía continua, esta puede ser almacenada directamente en baterías. Sin embargo para el consumo de la misma energía se requiere que el inversor convierta energía continua en energía alterna (Osorto 2006).

Cálculo del panorama proyectado. Con los resultados obtenidos durante la etapa de implementación de MEE y el aporte de los sistemas de energía renovable a la matriz del consumo del Centro de Capacitación W.K. Kellogg, se realizó el cálculo del ahorro energético así como del ahorro económico que este representa.

Análisis Financiero. Se realizó un análisis financiero para calcular la factibilidad de cada escenario propuesto. El análisis se realiza sobre un flujo de efectivo, evaluado a través del Valor Actual Neto (VAN), la tasa Interna de Retorno (TIR) y el periodo de recuperación del proyecto. Para el cálculo del VAN se usó la tasa de 10 % dato que fue extraído de la Auditoría realizada por el Banco Interamericano de Desarrollo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano por el (BID 2013). Donde se indica que si el VAN es positivo el proyecto es favorable. La TIR es un componente importante ya que se relaciona con la tasa de descuento, lo que indica que si es mayor al 10 % establecido el proyecto es factible (Santos 2008).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio se realizó en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Este Centro cuenta con 54 habitaciones con diferentes ambientes, con capacidad de hospedar hasta 130 personas, cuenta además con seis salas de conferencias que alojan desde 10 hasta 90 personas. El centro Kellogg alberga estudiantes de Zamorano todos los años a partir del mes de Mayo hasta Diciembre.

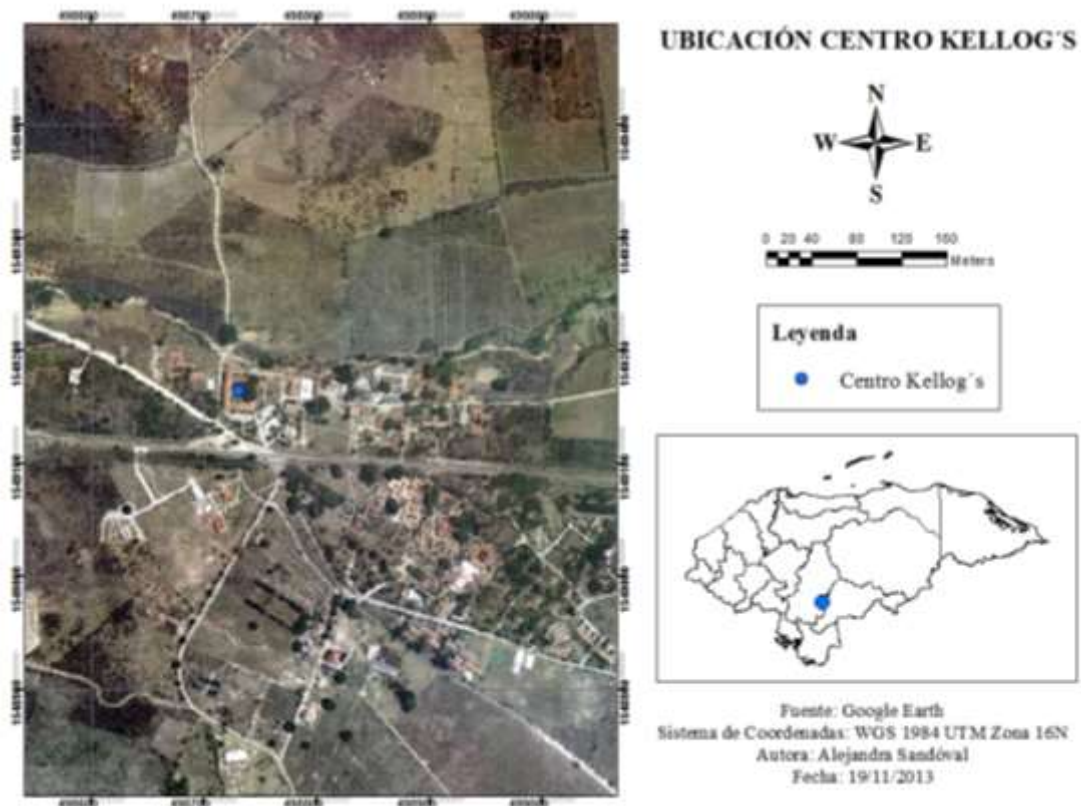


Figura 1. Mapa de localización del Centro Kellogg de la EAP.

Historial de consumo energético. El levantamiento del inventario y sus respectivos consumos diarios. Adicionalmente, se realizó los aforos correspondientes al consumo de agua calientes se presentan en (Figura 3). Para calcular el consumo anual de cada rubro, se pondero la demanda energética mensual de cada rubro con el promedio de ocupación

tomando como base el mes de mayor ocupación 81% se incluye en el cuadro a continuación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Consumo energético mensual por rubros en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg, Honduras 2014.

Rubro	Consumo mensual (MWh)
Iluminación	5.68
Aire acondicionado	2.78
Ventilación	3.80
Lavandería	2.72
Electrodomésticos	4.11
Estufas	0.54
Agua caliente*	9.98
Total	29.61

*Representa la cantidad de energía consumida por los calentadores para calentar el agua.

La ocupación del Centro de Capacitación W.K. Kellogg se mantiene en un promedio de 40% durante los cuatro primeros meses, hasta llegar a un promedio máximo de 76% en los meses de mayo a noviembre. Lo anterior se debe a que al nivel del hospedaje normal se suma la llegada de estudiantes de cuarto año que impacta en la disponibilidad de habitaciones (Figura 2).

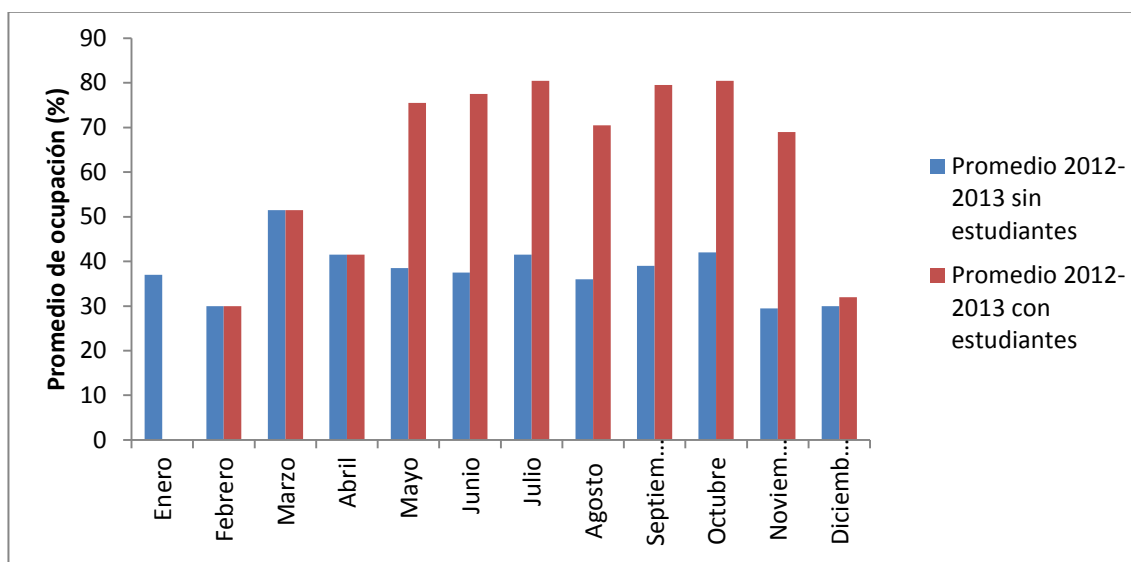


Figura 2. Promedio de ocupación del Centro de Capacitación W.K. Kellogg de los años 2012-2013, Honduras 2014.

Fuente: Oficina de administración del Centro de Capacitación W.K. Kellogg, 2014

Al integrar los datos de consumo energético con los porcentajes de ocupación se verifica que el mayor consumo se genera en los meses de mayor concurrencia de huéspedes en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg. En la (figura 3) se puede observar que el mes de Diciembre a pesar de no tener presencia de estudiantes el consumo de energía es de 11.77 MWh indicando el inicio de actividades de cierre del periodo académico sin embargo parte de este consumo se debe a los equipos que permanecen encendidos, principalmente el sistema de iluminación y los calentadores.

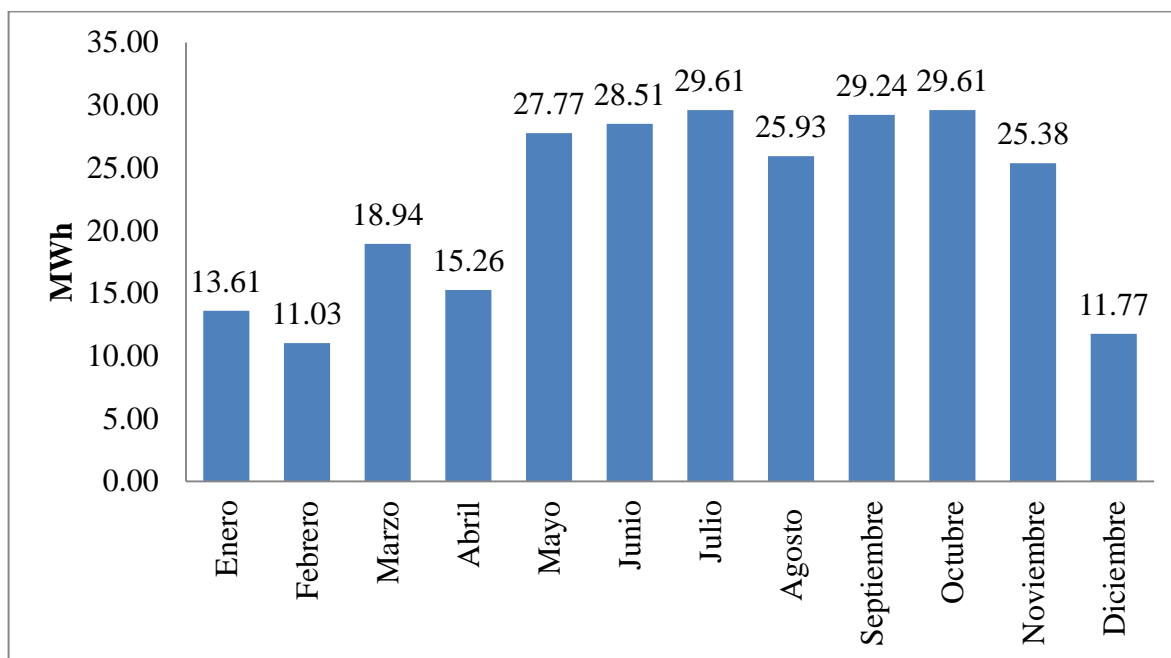


Figura 3. Consumo energético promedio mensual del Centro de Capacitación W.K. Kellogg 2012-2013, ponderación referente al promedio de ocupación, Honduras 2014.

Al integrar los datos de consumo de agua caliente con el promedio de ocupación en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg, se presentan los consumos mensuales en m^3 , los cuales se calcularon mediante un aforo realizado a las duchas y lavamanos de las habitaciones resultando un consumo de 107 litros de agua por persona por día, se estimó un promedio de 2 personas por habitación y 5 personas por suite (Figura 4).

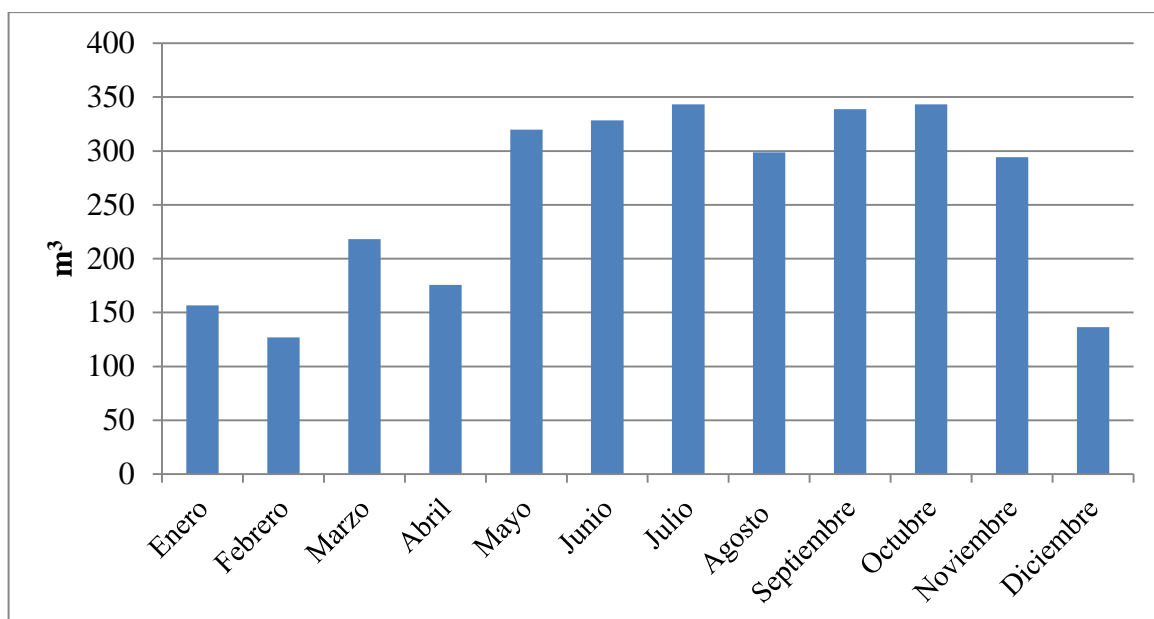


Figura 4. Promedio de consumo de agua (m³), referente al promedio de ocupación del Centro de Capacitación W.K. Kellogg, Honduras 2014.

Categorización de consumo. Se realizó el levantamiento del inventario de los equipos consumidores de energía eléctrica, este contiene variables de horas uso, cantidad de equipos, potencia. Además se dividió el inventario por rubros para lograr cuantificar el porcentaje de consumo de cada rubro estableciéndolos en tres categorías; Alta, media y baja (cuadro 2) y lograr contabilizar el consumo total que será la base de la matriz energética total del Centro de Capacitación W.K. Kellogg.

Cuadro 2. Consumo anual por rubros en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg mediante el Método de Pareto, Honduras 2014.

Rubro	Consumo anual (MWh)	Porcentaje (%)
Iluminación	51.16	18
Aire acondicionado	24.85	9
Ventilación	28.47	10
Lavandería	24.33	8
Electrodomésticos	36.80	13
Agua caliente	121.48	42
Estufas	4.83	2
Total	291.93	100

* Representa la cantidad de energía consumida por los calentadores para calentar el agua.

Como se observa en el cuadro anterior, la ventilación, electrodomésticos, estufas y lavandería se encuentra en una categoría baja de consumo en comparación de los dos

primeros rubros que representan el 60% del consumo total. Con base en los resultados obtenidos el estudio se enfocó en los rubros seleccionados como categorías altas de consumo en este caso son; iluminación que representa un 18% y calentadores con 42% del consumo energético total.

Selección de Medidas de Eficiencia Energética (MEE). La evaluación de los edificios, plantas, equipos y sistemas produjo resultados que condujeron al desarrollo de una lista de posibles MEE (Cuadro 3) y otras estrategias que contribuyen al conjunto de recomendaciones para el equipo de administración del Centro de Capacitación W.K. Kellogg. Las MEE identificadas se evaluarán por su potencial de ahorro de energía y los diferentes indicadores financieros costo de inversión, recuperación de la inversión, y su potencial de reducción de emisiones de GEI.

Cuadro 3. Propuesta de Medidas de Eficiencia Energética, Honduras 2014.

Propuesta	Rubro para atacar	Detalles
Lámparas LED	Iluminación	Se reducirá la cantidad de lámparas de las salas de conferencia a la mitad, se remplazara luminarias y se reducirá las horas uso del pasillo general.
Focos LED	Iluminación	Remplazo de luminaria.
Sensores de movimiento	Iluminación	Reducción de un 50% en el consumo de energía durante la noche.
Reductores de flujo en duchas y lavamanos	Calentadores	Reducción de un 40 % de consumo de agua caliente.

La función de los hoteles es proporcionar el servicio con la mínima inversión e instalación posible (WWF España 2008). Estudios realizados por la WWF indican que la iluminación es uno de los principales puntos de consumo energético. El Centro de Capacitación W.K. Kellogg informó que ya realizó un reemplazo de iluminación, cambiando de luces incandescentes a lámparas ahorrativas que han reducido el consumo energético. Sin embargo, en este caso siendo el rubro de iluminación unos de los puntos críticos con alto consumo energético, se propuso el uso de iluminación LED (Diodos Emisores de Luz) y sustituir el sistema de iluminación actual conformado por fluorescente T5. Ya que esta tecnología LED es una nueva fuente de luminosidad empleada en sistemas de alumbrado e iluminación que se ha expandido en el uso doméstico, unas de las razones es que están clasificados como ENERGY STAR se conocen por usar un 20 a 25% de la energía con una duración de hasta 25 superior a las bombillas incandescentes tradicionales, dando lugar a sistemas altamente eficaces energéticamente y bajo costo de mantenimiento (Department of energy USA 2011).

Se realizó la sustitución de 171 lámparas y 300 focos LED con un costo de 33 y 15 dólares respectivamente por unidad, incurriendo en una inversión total de US\$5,643 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Costo por remplazo de luminarias en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg, Honduras 2014.

Luminarias	Cantidad	Costo (\$)	Inversión
Lámparas LED 20W	171	33	5,643.00
Focos LED 7W	300	15	4,500.00
Total			10,143.00

El remplazo de las nuevas luminarias presenta ahorros significativos (Cuadro 5). Los precios propuestos en el presente estudio fueron tomados de Amazon (online shopping electronics). Actualmente existe tecnología LED de menor costo permitiendo obtener mayores ahorros en el consumo de energía.

Se realizó la disminución de 11 horas uso a las luminarias del pasillo general, ya que el sistema se encuentra en funcionamiento las 24 horas, incluso durante el día donde no es necesario iluminación del sistema, ya que se dispone de luz natural. Por esta razón, la medida aplicada permitirá una mayor eficiencia en el consumo energético del Centro de Capacitación W.K. Kellogg. Adicional se disminuyó la cantidad de lámparas en las salas de conferencia ya que tomando en cuenta la norma Europea UNE-EN 12464-1:2003 la cantidad de lúmenes recomendada para un aula de clases es de 300 lux. Partiendo de este punto se realizó la medición de la cantidad de luz de las salas de conferencia, donde se dividió al aula por la mitad (lado izquierdo y derecho) obteniendo como resultado (Cuadro 5).

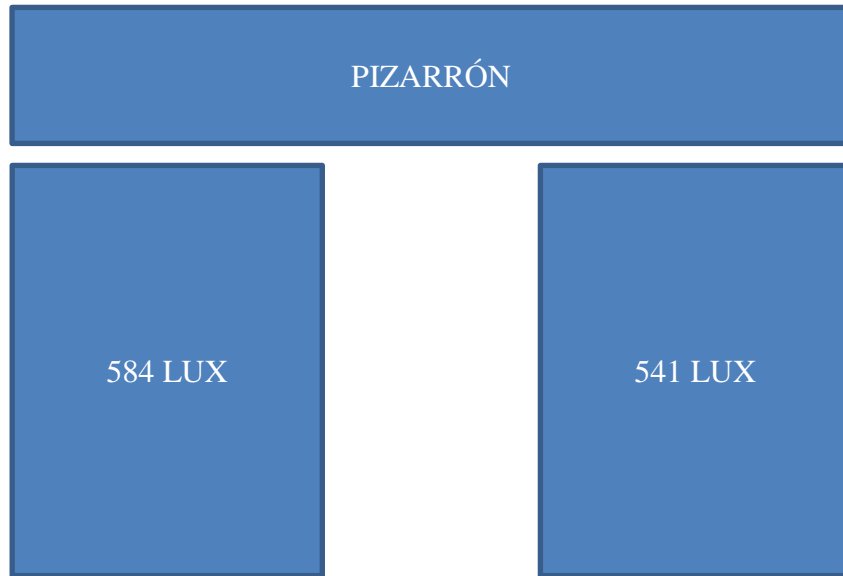


Figura 5. Intensidad de iluminación en salón de clases 4 del Centro de Capacitación W.K. Kellogg, Honduras 2014.
Fuente: CZER (2014).

En un escenario con todas las luminarias encendidas se obtuvo un promedio de 562 lux, la sala de conferencia está dividida en tres secciones de luces. Completamente encendido, luces frontales y luces traseras. Se procedió a apagar seis luminarias donde se obtuvo un promedio de iluminación de 243 lux, por esta razón se propuso usar menos lámparas e instalar lámparas LED, ya que son más eficientes que provean mayor intensidad de iluminación alcanzando los 300 LUX establecidos por la norma.

Una propuesta sencilla pero eficaz para optimizar la iluminación en edificios y oficinas mediante el uso de componentes electrónicos autónomos son los detectores de movimiento que se proponen en este estudio, que permiten reducir hasta un 90% en la aplicación de iluminación externa. (Shneider Energy 2014) se decidió proponer la instalación de nueve sensores de movimiento distribuidos en todo el pasillo general exceptuando la recepción, logrando reducir el consumo de energía durante la noche.

El consumo de agua caliente se presenta como el rubro de mayor demanda energética, para el cual se planteó la metodología según el (Departamento de Energía de USA 2011) que conduce a la reducción de la factura de energía. Esta consiste en plantear una campaña de sensibilización usando etiquetas que indiquen el uso racional del recurso en las habitaciones, incentivando un menor consumo de agua caliente y tener más conciencia de la importancia de este líquido vital. Adicionalmente, para garantizar un mejor rendimiento de los calentadores es necesario revisar y reparar goteras en el sistema de tuberías, aislar el tanque de almacenamiento tomando la precaución de no cubrir el termostato, aislar los primero seis pies de las tuberías de agua caliente y fría conectadas al calentador de agua. Cada tres meses vaciar un litro de agua del tanque de agua para evitar

la sedimentación. Las anteriores son medidas que puede tomar la administración del Centro de Capacitación W.K. Kellogg.

El Centro de Capacitación W.K. Kellogg, presenta un consumo elevado de agua caliente en las duchas y lavamanos con un promedio de consumo de 28 galones por persona en ambos usos, por esta razón se redujo la cantidad de agua consumida y al mismo tiempo ahorro de energía al calentar esa agua. La energía necesitada para calentar 28 galones de agua son aproximadamente 3 kWh. Con la instalación del nuevo equipo de aireadores en todos los lavabos y duchas del Centro de Capacitación W.K. Kellogg, se reducirá la cantidad de agua caliente consumida a 17 galones por persona, que representan un consumo de 1.8 kWh. Con base en la auditoria energética realizada en Zamorano (BID 2013), El costo para suministrar e instalar un aireador es baja con un costo alrededor de \$20.5 dólares por lavadero. Este costo calculará para 120 lavaderos disponibles en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg.

La propuesta de implementación de MEE al sistema de Iluminación se obtuvo un ahorro promedio de 60% por el remplazo de luminarias y posteriormente a este ahorro de propuso la implementación de sensores de movimiento que redujeron aún más el consumo energético ya que esta tecnología disminuirá la horas usos del sistema de iluminación durante la noche. Adicional a este sistema los calentadores tienen un ahorro del 40% en el consumo de agua caliente ya que se redujo de 343 m³ a 205m³, contribuyendo a la reducción de la matriz energética. Con un ahorro de total de 91 MWh, que transformados en términos monetarios basándose en precio establecido a la Escuela Agrícola Panamericana (BID 2013), el costo por kWh es de \$0.18 obteniendo un ahorro de USD \$16,380 anuales ahorrados. Adicionalmente se realizó el cálculo de ahorro de energía separando las MEE de remplazo y reducción de horas uso, donde únicamente el remplazo de luminarias presenta un ahorro de 15MWh dato que se presenta para un posible análisis financiero de las MEE de manera independiente Realizando la implementación de las medidas descritas en este apartado, se resumen los resultados de ahorro energético y económico proyectado en un año (Cuadro 5).

Cuadro 5. Consumo energético del sistema de iluminación y calentadores de agua aplicando medidas de eficiencia energética, Honduras 2014.

MEE	Consumo sin MEE (MWh)	Consumo con MEE (MWh)	Ahorro de energía (MWh)	Porcentaje (%)
Sistema de Iluminación				
Remplazo LED				
Disminución horas uso				
Disminución de lámparas	51	22	29	57
Sensores				
reducción del 50% del consumo de energía.				
Aplicado a (22MWh)	22	8	14	62
Agua caliente				
replazo de cabezales de ducha y lavamanos	121	73	49	40
Ahorro			91	

Dimensionamiento. A partir de las actividades del Centro de Capacitación W.K Kellogg y la disponibilidad del recurso se decidió el aprovechamiento de la energía solar para el dimensionamiento fotovoltaico y térmico para suplir la demanda de calor y energía. A partir del panorama de consumo luego de la implementación de Medidas de Eficiencia Energética, se alcanza el escenario óptimo para la implementación de un sistema de energía renovable, con el objetivo suplir la demanda de restante de los rubros seleccionados por una fuente de energía limpia.

Para el dimensionamiento del sistema solar térmico (calentamiento de agua), se aplicó la metodología de dimensionamiento basado en (SOLARIS 2014) para dispositivos termosifónicos también llamados sistemas de circulación natural, que representan los sistemas de menor costo de implementación y mantenimiento preventivo.

El cálculo de las dimensiones para el sistema fotovoltaico se realizó aplicando la metodología de Solar Energy International (2009) para suplir la demanda del sistema de iluminación. A partir de la insolación diaria promedio en este caso de uso 1.0 kW/m^2 . Se debe hacer notar que se necesita la implementación de Medidas de Eficiencia Energética para reducir la cantidad de paneles fotovoltaicos, baterías y demás recursos del sistema reduciendo a la vez los costos de implementación.

Para suplir la demanda energética por iluminación de 22 MWh luego de la implementación de medidas de eficiencia energética, se requiere de un sistema para la generación fotovoltaica con un voltaje de 48 V, el mismo que cuenta con un total de 38 módulos silicio mono cristalino, marca KYOCERA de modelo KD330GX-LFB. El respaldo consta de cuatro baterías Troyan Industriales IND33-2V con una eficiencia de 80% para el almacenamiento de la energía continua producida por los módulos nombrados anteriormente. El controlador de carga en de la marca Phocos de modelo CXSeries (10-40) encargado de regular las sobrecargas producidas en el sistema. Finalizando con un inversor de marca THOR que convertirá la energía continua a energía alterna y permita el aprovechamiento de la misma en Centro de Capacitación W.K. Kellogg.

El análisis de los indicadores financieros resultantes de la implementación de medidas eficiencia energética y energía renovable muestra los ahorros y periodos de recuperación para ser analizados (Cuadro 6).

Cuadro 6. Costos de implementación de los sistemas solares, Honduras 2014.

Escenarios propuestos	Costo de implementación	Ahorros anuales	VAN	TIR (%)	Periodo de recuperación (Año)
Fotovoltaico	53,400.00	4,005.00	-47,616.94	-1	10.00
Solar Térmico	20,000.00	5,346.00	27,072.00	32	3.70
Medidas de eficiencia energética	14,553.00	18,365.79	84,370.45	116	1.00

El análisis de los indicadores financieros mostraron que el sistema fotovoltaico tiene un VAN negativo -47,616.94, un tasa interna de retorno de -1% que está por debajo de la tasa establecida para e proyecto que es 10% además que su periodo de retorno es de 10 años indica que la implementación del sistema no es rentable. Sin embargo, este análisis no toma en cuenta las externalidades y beneficios adicionales como la imagen del Centro, la garantía de disponibilidad del recurso entre otros.

Analizando el sistema 2. Solar térmico presenta ahorros anuales de \$5,346, un positivo VAN de 27,072 y una tasa de retorno del 32% que esta sobre la tasa que se aplicó al proyecto, adema cuenta con un periodo de recuperación de 3.7 años indicando que este sistema es apto para ser implementado.

El sistema 3. MEE presenta un VAN positivo de 18,365.79, un tasa interna de retorno de 116% que indica gran eficiencia de la implementación, este sistema tiene un periodo de recuperación de un año haciéndolo muy rentable y apto para ser implementado.

4. CONCLUSIONES

- La implementación de medidas de eficiencia energética contribuyen a que se logre de manera óptima para la implementación de energía renovable, favoreciendo su integración dentro de un panorama rentable y eficiente, evitando pérdidas por sobredimensionamiento. Prueba de ello es que el costo de implementación del sistema fotovoltaico sin la implementación de las MEE sería de US\$232,000, para una potencia instalada de 58 kW, comparado con el sistema que si cuenta con MEE, este tiene un costo de US\$50,411 y una potencia instalada de 12.6 kW lo que representa un costo tres veces menor que al dimensionamiento del sistema actual.
- De la caracterización realizada a los diferentes rubros, el escenario de calentadores es el responsable del consumo energético más alto, pero al aplicar las MEE se redujo en un 40%, permitiendo el panorama óptimo para la implementación del sistema solar térmico, a un menor costo y con una tasa de retorno de 3.7 años.
- La reducción en el costo de la factura por energía a partir de la implementación de las MEE tiene mejor periodo de recuperación de 1 año permitiendo obtener ahorros positivos de US\$16,380, valor que servirá para amortizar la implementación de energía renovable propuesta. Además de la posibilidad de proponer diferentes medidas para seguir mejorando la matriz energética del Centro de Capacitación W.K. Kellogg a un panorama más ecológico.
- La implementación del sistema fotovoltaico resulto ser no factible para su inversión ya que presenta un periodo de recuperación muy extenso de 10 años, además que presenta costos muy elevados para su instalación.

5. RECOMENDACIONES

- Implementación de un sistema de medición de consumo energético y de agua diferenciado, que permita registrar y documentar el impacto de las MEE o iniciativas de integración de energía renovable.
- Utilizar la experiencia de implementación de MEE y Energía renovable en el Centro de Capacitación W.K. Kellogg como un proyecto piloto que permita extrapolar los resultados a las demás unidades dentro de Zamorano.
- Continuar con el ciclo de mejora continua, aplicando la metodología expuesta en el presente documento en los demás rubros de consumo, para optimizar la gestión energética del Centro de Capacitaciones W.K. Kellogg.

6. LITERATURA CITADA

- AChee. 2012. Guía de implementación sistema de gestión de la energía basado en la ISO 50001. Santiago. México, segunda edición. 1-76p.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2013. Auditoria energética de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 1-93.
- Bohdanowicz, P., Churie-Kall, A. y Martinac, I. 2001. Energy-Efficiency and Conservation in Hotels Towards Sustainable Tourism 1-2 p.
- British Petroleum. 2014. Energía Mundial 2014. (En línea). Consultado el 20 Octubre de 2014. Disponible en <http://monitorizandoelmundo.blogspot.com/2014/08/estadistica-energia-mundial-2013.html>
- BUN-CA. Eficiencia energética en el sector hotelero, experiencia en Costa Rica. (En línea). Consultado 28 de Octubre de 2014. Disponible en <http://centrarse.org/wp-content/uploads/2012/11/Caso-Exito-Sector-Hotelero-CR.pdf>
- Confederación española de hoteles y alojamiento turístico. (CEHAT). 2007. Manual de buenas prácticas para la mejora de la eficiencia energética de los hoteles de Canarias. (En línea). Consultado el 22 de Octubre de 2014. Disponible en <http://www.ithotelero.com/wp-content/uploads/2013/08/manualeficienciaenergeticacanarias.pdf>
- Dedios, P. 2010. ¿Cómo son de eficientes nuestras soluciones para la industrias y las infraestructuras? (en línea). Consultado 13 de Octubre de 2014. Disponible en https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/building_technologies/energy_efficiency/Documents/Catalogo_Eficiencia_Energetica.pdf
- Department de Energy of Unites Estates. 2011. Energy Savers. (En línea). Consultado el 25 de Octubre de 2014. Disponible en http://energy.gov/sites/prod/files/2014/09/f18/61628_BK_EEREEnergySavers_w150.pdf
- Empresa Nacional de Energía Eléctrica. (ENEE). 2013. Se dispara consumo de energía a 1,307 megavatios. El Herald. Tegucigalpa, Honduras, Octubre 20:14.

- Enerbuilding. 2007. Eficiencia Energética en Viviendas. (En línea). Consultado el 21 de Octubre de 2014. Disponible en <http://www.cnmc.es/Portals/0/Ficheros/Energia/Libros/AomCli.pdf>
- Ministerio de Energía, Chile. 2013. Plan de acción de eficiencia energética 2020. (En línea). Consultado el 9 de Octubre de 2014. Disponible en <http://www.amchamchile.cl/sites/default/files/Eficiencia%20Energetica%20-%202020.pdf>
- Osorto S. 2006. Estado actual de la Energía solar en Honduras. Trabajo Ing. Mecánico Industrial. Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras. 42p.
- Perdomo, R., González, A. 2013. Utilización de luminaria más eficiente en el Hotel Breezes Varadero. Cuba. Retos Turísticos Vol.1 No 3.
- Santos E.J. 2008. Estudio financiero y de Mercado para la comercialización de Jamón Benedicto marca Zamorano, para el mercado de Tegucigalpa, Honduras. Tesis Ing. en Agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana. 27 p.
- Schneider Electric Argentina S.A. 2010. Eficiencia Energética manual de soluciones. (En línea). Consultado el 13 de Octubre de 2014. Disponible en http://www.schneider-electric.com.ar/documents/solutions/catalogo_soluciones.pdf
- Solar Energy International. 2009. Photovoltaics: Design and Installation Manual. New Society Publishers. Carbondale, United States.
- USAID. 2010. Diagnóstico de eco-eficiencia en el hotel árbol de fuego, El Salvador. (En línea). Consultado el 27 de Octubre de 2014. Disponible en <http://www.arboldefuego.com/attachments/article/5/caftadrespanol.PDF>
- World Wide Fund. (WWF) España. 2008. Guía de ahorro y eficiencia energética en oficinas. (en línea). Consultado 13 de octubre de 2014. Disponible en http://www.officinaseficientes.es/docs/guia_OFF.pdf

7. ANEXOS

Anexo 1. Calculo de consumo de agua del Centro de Capacitación W.K. Kellogg sin MEE.

Agua caliente	Número de Habitaciones por pasillo	Personas por habitación	Total de personas	Consumo/persona (lts)	Total
Habitaciones					
Cuartos 1-18	18	2	36	107.9	3,884.40
Cuartos 19-26	8	2	16	107.9	1,726.40
Cuartos 27-36	10	2	20	107.9	2,158.00
Cuartos 37-44	8	2	16	107.9	1,726.40
Junior suites 1,2,3	3	4	12	107.9	1,294.80
Master Suite	1	6	6	107.9	647.40
Total habitaciones	48	18			11,437.40
				Litros totales(litros)	
				M3/día	11.44
				m3/mes	343.12
				galones/día	3,025.77
				galones/mes	90,773.02
				consumo kWh/mes	9,985.03
				consumo kWh/día	332.83
				consumo MWh	0.33
				consumo MWh/anual	121.48

Anexo 2. Calculo de consumo de agua del Centro de Capacitación W.K. Kellogg con MEE.

Agua caliente	Número de Habitaciones por pasillo	Personas por habitación	Total de personas	Consumo/persona (Its)	Total
Habitaciones					
Cuartos 1-18	18	2	36	64	2,330.64
Cuartos 19-26	8	2	16	64	1,035.84
Cuartos 27-36	10	2	20	64	1,294.80
Cuartos 37-44	8	2	16	64	1,035.84
Junior suites 1,2,3	3	4	12	64	776.88
Master Suite	1	6	6	64	388.44
Total habitaciones	48	18		Litros totales(litros)	6,862.44
				M3/día	6.86
				m3/mes	205.87
				galones/día	1,815.46
				galones/mes	54,463.81
				consumo kWh/mes	5,991.02
				consumo kWh/día	199.70
				consumo MWh	0.20
				consumo MWh/anual	72.89

Anexo 3. Sistema de Iluminación sin MEE

Rubro	Iluminación	Consumo MW	Horas de uso	Horas al año	Consumo Anual (MWh)
Iluminación	Focos pasillo	0.00004	24	8760	0.3504
	Focos 19-26	0.000312	7	2555	0.79716
	Focos pasillo	0.000338	7	2555	0.86359
	Focos 27-36	0.00052	3	1095	0.5694
	Focos suite	0.000768	7	2555	1.96224
	Focos 1-18	0.000936	24	8760	8.19936
	Focos 37-44	0.000832	5	1825	1.5184
	Focos Casas de docentes	0.000624	3	1095	0.68328
	Lámpara del exterior	0.0008	6	2190	1.752
	Lámparas ahorrativas 2x17 watts	0.000544	24	8760	4.76544
	Lámparas ahorrativas 2x32 watts	0.00544	24	8760	47.6544
					69.11567

Anexo 4. Sistema de Iluminación con MME

Sistema de iluminación	Rubro	cantida d	consum o (watts)	kW	total consum o (MW)	hora s de uso	Horas al año	Total consumo MWh
Focos LED	sistema de iluminación	2	7	0.007	0.000014	13	4745	0.0664
Focos LED	cuartos 19-26	24	7	0.007	0.000168	7	2555	0.4292
Focos LED	sistema de iluminación	26	7	0.007	0.000182	13	4745	0.8635
Focos LED	cuartos 27-36	40	7	0.007	0.00028	7	2555	0.7154
Focos LED	suite	24	7	0.007	0.000168	3	1095	0.1839
Focos LED	cuartos 1-18	72	7	0.007	0.000504	7	2555	1.2877
Focos LED	cuartos 37-44	64	7	0.007	0.000448	5	1825	0.8176
Focos LED	casa docentes	48	7	0.007	0.000336	3	1095	0.3679
lámpara del exterior	sistema de iluminación	10	80	0.08	0.0008	6	2190	1.752
lámparas ahorrativas 2x17 watts	sistema de iluminación	32	17	0.017	0.000544	13	4745	2.5812
lámparas ahorrativas 2x32 watts	sistema de iluminación	139	20	0.02	0.00278	13	4745	13.191
		481	173				32850	22.256
							consumo/kWh/año	22,256.24
							costo/año/kWh	4,006.12

Anexo 5. Análisis financiero del sistema fotovoltaico.

VARIABLES

Ahorro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
producción energética	22,250	22,027.50	21,807.23	21,589.15	21,373.26
tarifa	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22
ingreso total	4,005	4,163	4,328	4,499	4,676
Gastos Operativos					
Operación y mantenimiento	\$ 25.00	\$ 25.50	\$ 26.01	\$ 26.53	\$ 27.06

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
inversión inicial	Monto	Vida Útil	Depreciación			
instalación	\$3,000.00					
S. fotovoltaico	\$44,853.30	20	\$2,242.67			
Banco de baterías	\$5,546.70	5	\$1,109.34			-5,546.70
	Monto	Vida Útil	Depreciación	Año 1	Año 2	Año 3
Inversión a 20 años	\$44,853.30	20	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67
Inversión a 5 años	\$5,546.70	5	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34
Inversión Total	\$53,400.00			\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01

FINANCIAMIENTO

Monto del préstamo	\$53,400.00
Tasa del préstamo (%)	10%
plazo de financiamiento (años)	14
SPeríodo de gracia (años)	2

Anexo 5. Continuación

Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
21,159.53	20,947.93	20,738.45	20,531.07	20,325.76	20,122.50	19,921.28	19,722.06	19,524.84	19,329.59
0.23	0.24	0.25	0.27	0.28	0.29	0.31	0.32	0.34	0.36
4,861.00	5,053.00	5,253.00	5,460	5,676	5,900	6,133	6,375	6,627	6,889
\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
27.60	28.15	28.72	29.29	29.88	30.47	31.08	31.71	32.34	32.99
Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15

				-5,546.70						-5,546.70
Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14
\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67
\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34
\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01

Anexo 5. Continuación

Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
19,136.30	18,944.94	18,755.49	18,567.93	18,382.25
0.37	0.39	0.41	0.43	0.45
7,161	7,444	7,738	8,043	8,361
\$ 33.65	\$ 34.32	\$ 35.01	\$ 35.71	\$ 36.42

Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
--------	--------	--------	--------	--------

				-5,546.70		
Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67	\$2,242.67
\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34	\$1,109.34
\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01

Anexo 5. Continuación

FINANCIAMIENTO

Monto del préstamo	\$53,400.00
Tasa del préstamo (%)	10%
plazo de financiamiento (años)	14
Período de gracia (años)	2

Tabla de Amortización	Año	Pago	Intereses	Amortización	Saldo
					\$53,400.00
	1	\$5,340.00	\$5,340.00	\$0.00	\$53,400.00
	2	\$5,340.00	\$5,340.00	\$0.00	\$53,400.00
	3	\$7,517.57	\$5,340.00	\$2,177.57	\$51,222.43
	4	\$7,517.57	\$5,122.24	\$2,395.33	\$48,827.10
	5	\$7,517.57	\$4,882.71	\$2,634.86	\$46,192.23
	6	\$7,517.57	\$4,619.22	\$2,898.35	\$43,293.88
	7	\$7,517.57	\$4,329.39	\$3,188.18	\$40,105.70
	8	\$7,517.57	\$4,010.57	\$3,507.00	\$36,598.69
	9	\$7,517.57	\$3,659.87	\$3,857.70	\$32,740.99
	10	\$7,517.57	\$3,274.10	\$4,243.47	\$28,497.52
	11	\$7,517.57	\$2,849.75	\$4,667.82	\$23,829.70
	12	\$7,517.57	\$2,382.97	\$5,134.60	\$18,695.09
	13	\$7,517.57	\$1,869.51	\$5,648.06	\$13,047.03
	14	\$7,517.57	\$1,304.70	\$6,212.87	\$6,834.16
	15	\$7,517.57	\$683.42	\$6,834.16	\$0.00

Anexo 6. Análisis financiero del sistema fotovoltaico.

ESTADO DE RESULTADOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingresos	\$4,005.00	\$4,163.20	\$4,327.64	\$4,498.59	\$4,676.28	\$4,860.99
Costos	\$25.00	\$25.50	\$26.01	\$26.53	\$27.06	\$27.60
Utilidad Bruta	\$3,980.00	\$4,137.70	\$4,301.63	\$4,472.06	\$4,649.22	\$4,833.39
Depreciación	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01
UAll	\$628.00	\$785.69	\$949.63	\$1,120.05	\$1,297.21	\$1,481.39
Gastos Financieros	\$5,340.00	\$5,340.00	\$5,340.00	\$5,122.24	\$4,882.71	\$4,619.22
Utilidad Neta	-\$4,712.01	-\$4,554.31	-\$4,390.37	-\$4,002.19	-\$3,585.50	-\$3,137.84

Flujo de Efectivo

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión inicial	-\$53,400.00					-\$5,546.70
Utilidad Neta		-\$4,712.01	-\$4,554.31	-\$4,390.37	-\$4,002.19	-\$3,585.50
Depreciación		\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01
Flujo de Efectivo	-\$53,400.00	-\$1,360.00	-\$1,202.30	-\$1,038.37	-\$650.19	-\$5,780.19
Flujo de Efectivo Acumulado						

Indicadores Financieros

Tasa	10%
VAN	L. -47,616.94
IRR	-1%
PRI=	10.44

Anexo 6. Continuación

Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14
\$5,053.00	\$5,252.60	\$5,460.07	\$5,675.75	\$5,899.94	\$6,132.99	\$6,375.24	\$6,627.06
\$28.15	\$28.72	\$29.29	\$29.88	\$30.47	\$31.08	\$31.71	\$32.34
\$5,024.85	\$5,223.88	\$5,430.78	\$5,645.87	\$5,869.46	\$6,101.90	\$6,343.53	\$6,594.72
\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01
\$1,672.84	\$1,871.87	\$2,078.78	\$2,293.86	\$2,517.46	\$2,749.90	\$2,991.53	\$3,242.72
\$4,329.39	\$4,010.57	\$3,659.87	\$3,274.10	\$2,849.75	\$2,382.97		
-\$2,656.55	-\$2,138.70	-\$1,581.09	-\$980.24	-\$332.29	\$366.93	\$2,991.53	\$3,242.72

Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13
				-\$5,546.70			
-\$3,137.84	-\$2,656.55	-\$2,138.70	-\$1,581.09	-\$980.24	-\$332.29	\$366.93	\$2,991.53
\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01
\$214.17	\$695.46	\$1,213.31	\$1,770.91	-\$3,174.93	\$3,019.71	\$3,718.93	\$6,343.53
				-\$3,174.93	-\$155.22	\$3,563.71	\$9,907.25

Anexo 6. Continuación

Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
\$6,888.83	\$7,160.94	\$7,443.80	\$7,737.83	\$8,043.47	\$8,361.19
\$32.99	\$33.65	\$34.32	\$35.01	\$35.71	\$36.42
\$6,855.84	\$7,127.29	\$7,409.48	\$7,702.82	\$8,007.76	\$8,324.77
\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01
\$3,503.84	\$3,775.29	\$4,057.47	\$4,350.81	\$4,655.76	\$4,972.76
\$3,503.84	\$3,775.29	\$4,057.47	\$4,350.81	\$4,655.76	\$4,972.76

Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
	-\$5,546.70					-\$5,546.70
\$3,242.72	\$3,503.84	\$3,775.29	\$4,057.47	\$4,350.81	\$4,655.76	\$4,972.76
\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01	\$3,352.01
\$6,594.72	\$1,309.14	\$7,127.29	\$7,409.48	\$7,702.82	\$8,007.76	\$2,778.07
\$16,501.97	\$17,811.11	\$24,938.40	\$32,347.88	\$40,050.69	\$48,058.46	\$50,836.52

Anexo 7. Análisis financiero para las medidas de eficiencia energética.

I. VARIABLES

Ahorro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
MEE Iluminación	8,460.00	8,460.00	8,460.00	8,460.00	8,460.00	8,460.00
MEE Calentadores	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00
Sensores	2,705.79	2,705.79	2,705.79	2,705.79	2,705.79	2,705.79
MEE4						

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
II. Inversión Inicial	Monto	Vida útil	Depreciación			
Instalación	600					
MEE Iluminación	10143	5	2028.6			10143
Sensores	1350					
MEE Calentadores	2460					
	Monto	Vida útil	Depreciación	Año 1	Año 2	Año 3
Inversión a 5 años	10143	5	2028.6	2028.6	2028.6	2028.6
Inversión total	14553					

III. Financiamiento

Monto del préstamo	14553
Tasa del préstamo (%)	10%
plazo de financiamiento (años)	10
Período de gracia (años)	2

Anexo 7. Continuación

Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
8,460.00	8,460.00	8,460.00	8,460.00
7,200.00	7,200.00	7,200.00	7,200.00
2,705.79	2,705.79	2,705.79	2,705.79

Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
-------	-------	-------	-------	--------

10143

Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
2028.6	2028.6	2028.6	2028.6	2028.6	2028.6	2028.6

Anexo 7. Continuación

IV. Tabla de Amortización	Año	Pago	Intereses	Amortización	Saldo
					\$14,553.00
	1	\$3,839.04	\$1,455.30	\$2,383.74	\$12,169.26
	2	\$3,839.04	\$1,216.93	\$2,622.12	\$9,547.14
	3	\$3,839.04	\$954.71	\$2,884.33	\$6,662.80
	4	\$3,839.04	\$666.28	\$3,172.76	\$3,490.04
	5	\$3,839.04	\$349.00	\$3,490.04	\$0.00

V. Estado de Resultados	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	18365.7888	18365.7888	18365.7888	18365.7888	18365.7888
Depreciación	2028.6	2028.6	2028.6	2028.6	2028.6
UAI	16337.1888	16337.1888	16337.1888	16337.1888	16337.1888
Gastos Financieros	\$1,455.30	\$1,216.93	\$954.71	\$666.28	\$349.00
Utilidad Neta	\$14,881.89	\$15,120.26	\$15,382.48	\$15,670.91	\$15,988.18

Continuación de Anexo 7.

Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
18365.7888	18365.7888	18365.7888	18365.7888	18365.7888
2028.6	2028.6	2028.6	2028.6	2028.6
16337.1888	16337.1888	16337.1888	16337.1888	16337.1888
\$16,337.19	\$16,337.19	\$16,337.19	\$16,337.19	\$16,337.19

Continuación de Anexo 7.

VI. Flujo de Efectivo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión inicial	\$14,553.00	-	-	-	-
Utilidad neta		\$14,881.89	\$15,120.26	\$15,382.48	\$15,670.91
Depreciación		\$2,028.60	\$2,028.60	\$2,028.60	\$2,028.60
Flujo de Efectivo	\$14,553.00	\$16,910.49	\$17,148.86	\$17,411.08	\$17,699.51
Flujo de efectivo acumulado	\$14,553.00	\$2,357.49	\$19,506.35	\$36,917.43	\$54,616.94
		0.86			

VII. Indicadores Financieros

	\$
VAN	84,370.45
TIR	116%
PRI	0.86
tasa	10%

Continuación de Anexo 7.

Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
\$10,143.00	-				-\$10,143.00
\$15,988.18	\$16,337.19	\$16,337.19	\$16,337.19	\$16,337.19	\$16,337.19
\$2,028.60	\$2,028.60	\$2,028.60	\$2,028.60	\$2,028.60	\$2,028.60
\$7,873.78	\$18,365.79	\$18,365.79	\$18,365.79	\$18,365.79	\$8,222.79
\$62,490.72	\$80,856.51	\$99,222.30	\$117,588.09	\$135,953.88	\$144,176.66

Anexo 8. Inventario del equipo energético del CK

Iluminación	Consumo MW	Horas de uso	Horas al año	Consumo diario (MWh)
focos pasillo	0.00004	24	8760	0.00096
focos 19-26	0.000312	7	2555	0.002184
focos pasillo	0.000338	7	2555	0.002366
focos 27-36	0.00052	3	1095	0.00156
focos suite	0.000768	7	2555	0.005376
focos 1-18	0.000936	24	8760	0.022464
focos 37-44	0.000832	5	1825	0.00416
focos Casas de docentes	0.000624	3	1095	0.001872
Lámparas del exterior	0.0008	6	2190	0.0048
Lámparas ahorrativas 2x17 watts	0.000544	24	8760	0.013056
lámparas ahorrativas 2x32 watts	0.00544	24	8760	0.13056
				0.189358
Total				5.68

Anexo 8. Continuación Inventario equipo energético del CK

Aire Acondicionado	Consumo MW	Horas de uso	Horas al año	Consumo mensual (MWh)	Consumo diario (MWh)
Aire acondicionado 220V (36000vtu)	0.0067	1	365	2.4455	0.0067
Aire acondicionado 220V (48000vtu)	0.0057	2	730	4.161	0.0114
Aire acondicionado 220V (48000vtu)	0.0057	1	365	2.0805	0.0057
Aire acondicionado 220V (60000vtu)	0.022	1	365	8.03	0.022
Aire acondicionado IAD 220V (48000vtu)	0.0114	4	1460	16.644	0.0456
Aire acondicionado mini Split	0.00116	1	365	0.4234	0.00116
					0.09256
Total					2.78

Anexo 8. Continuación Inventario equipo energético del CK

Ventilación	Consumo MW	Horas de uso	Horas al año	Consumo mensual (MWh)	Consumo diario (MWh)
Ventiladores 5 aspas	0.00104	0.5	182.5	0.19	0.02496
Ventilador	0.00039	4	1460	0.57	0.00273
Ventilador	0.00052	4	1460	0.76	0.00364
Ventilador	0.00104	4	1460	1.52	0.00312
Ventilador	0.00104	4	1460	1.52	0.00728
Ventilador	0.0013	4	1460	1.90	0.0312
Ventilador	0.00234	4	1460	3.42	0.0117
Ventilador pedestal	0.00026	4	1460	0.38	0.00078
Ventiladores 3 aspas	0.00065	4	1460	0.95	0.0039
Ventiladores 4 aspas	0.00156	4	1460	2.28	0.03744
				13.4758	0.12675
Total					3.80

Anexo 8. Continuación Inventario equipo energético del CK

Lavandería	Consumo MW	Horas de uso	Horas al año	Consumo mensual (MWh)	Consumo diario (MWh)
Lavadora 110V	0.0004	24	8760	3.504	0.0096
Lavadora 110V	0.0012	5	1825	2.19	0.006
Secadora de ropa 220V	0.005	5	1825	9.125	0.025
Secadora de ropa 220V	0.01	5	1825	18.25	0.05
				33.069	0.0906
Total					2.72

Anexo 8. Continuación Inventario equipo energético del CK

Estufa	Consumo MW	Horas de uso	Horas al año	Consumo mensual (MWh)	Consumo diario (MWh)
Estufa	0.0054	1	365	1.971	0.0054
Estufa 2 hornillas	0.0108	1	365	3.942	0.0108
Estufa 4 hornillas	0.0018	1	365	0.657	0.0018
				6.57	0.018
Total					0.54

Anexo 9. Promedio de ocupación del CK y Ponderación para consumo de agua, energía 2012-2013.

Mes/Año	Agua mensual M3
Enero	157
Febrero	127
Marzo	218
Abril	176
Mayo	320
Junio	328
Julio	343
Agosto	299
Septiembre	339
Octubre	343
Noviembre	294
Diciembre	136

Mes/Año	consumo energía MWH
Enero	10
Febrero	8
Marzo	14
Abril	11
Mayo	21
Junio	21
Julio	22
Agosto	19
Septiembre	22
Octubre	22
Noviembre	19
Diciembre	9

Mes/Año	Promedio 2012-2013 sin estudiantes	Promedio 2012-2013 con estudiantes
Enero	37	
Febrero	30	30
Marzo	52	51.5
Abril	42	41.5
Mayo	39	75.5
Junio	38	77.5
Julio	42	80.5
Agosto	36	70.5
Septiembre	39	79.5
Octubre	42	80.5
Noviembre	30	69
Diciembre	30	32

Anexo 10. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

Hoja para el Dimensionamiento de la Batería					
Promedio de Carga CA Diaria	Eficiencia del inversor	Promedio de CD diaria	Voltaje del CD del Sistema	Promedio de Amp-h/día	
38,720.00	0.96	0	48	840.3	
Promedio de Amp-h/día	días de autonomía	límite de descarga	Capacidad de Amp-h de la batería	Baterías en paralelo	
840.3	1	0.5	1849	1	
Voltaje del CD del sistema	voltaje de la batería	baterías en serie	baterías en paralelo	total de baterías	
48	2	4	1	4	
Especificaciones de la batería	Batería de ciclo profundo Industrial	Marca	Trojan	Modelo	IND33-2V
Hoja para el dimensionamiento de la cantidad de módulos					
Promedio de Amp-h/día	Eficiencia de la batería	Horas pico/días	Amperios pico de los módulos		
840.3	0.8	4.45	236.0		
Amperios pico de los módulos	Amperios pico/ módulos	Módulos en paralelo	corriente de cortocircuito de los módulos		
236.0	8.15	29	8.79		
Voltaje de CD del sistema	Voltaje nominal del Módulo	Módulos en serie	Módulos en paralelo	Total de módulos	
48	36.4	1.318681319	29	38	
Especificaciones de los módulos	silicio mono cristalino	Marca	KYOCERA	Modelo	KD330GX-LFB

Anexo 10. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

Hoja para el dimensionamiento del controlador de carga					
Corriente de cortocircuito de cada modulo	módulos en paralelo	1.25	amperios pico de los módulos	Amperios del controlador	
8.79	29	1.25	318.21		
total de Watt conectados en CD	Voltaje CD del sistema	Máxima carga CD en amperios	Amperios de las cargas del controlador		
0	48	0			
Especificaciones de los módulos	Se optó por el controlador de 60A	Marca	Phocos	Modelo	CXSeries (10-40A)
Hoja de dimensionamiento del inversor					
Total de Watts conectados en CD	Voltaje CD del sistema	Watts de arranque estimados	Especificaciones deseadas		
0.00	48				
Especificaciones de los módulos		Marca	THOR		

Anexo 11. Reemplazo de luminarias ahorrativas por tecnología LED.

Descripción	Rubro	cantidad	consumo (watts)	Kw	total consumo (MW)	horas de uso	Horas al año	Total consumo MWh
Focos LED	sistema de iluminación	2	7	0.007	0.000014	24	8760	0.12264
Focos LED	cuartos 19-26	24	7	0.007	0.000168	7	2555	0.42924
Focos LED	sistema de iluminación	26	7	0.007	0.000182	24	8760	1.59432
Focos LED	cuartos 27-36	40	7	0.007	0.00028	7	2555	0.7154
Focos LED	suite	24	7	0.007	0.000168	3	1095	0.18396
Focos LED	cuartos 1-18	72	7	0.007	0.000504	7	2555	1.28772
Focos LED	cuartos 37-44	64	7	0.007	0.000448	5	1825	0.8176
Focos LED	casa docentes	48	7	0.007	0.000336	3	1095	0.36792
Lámpara del exterior	sistema de iluminación	10	80	0.08	0.0008	6	2190	1.752
Lámparas ahorrativas 2x17 watts	sistema de iluminación	32	17	0.017	0.000544	24	8760	4.76544
Lámparas ahorrativas 2x32 watts	sistema de iluminación	139	20	0.02	0.00278	24	8760	24.3528
		481	173				48910	36.38904
							Consumo/kWh/año	36,389.04