

# **Auditoria energética con énfasis en el uso del suministro energético**

Energy audit with emphasis on the use of energy supply

Denis Alexander Chavarria Rivera

[dalexanderchav@gmail.com](mailto:dalexanderchav@gmail.com)

Douglas Octavio Rios Olivas

[Douglas.olivas100@gmail.com](mailto:Douglas.olivas100@gmail.com)

## **Resumen**

El presente artículo corresponde a estudio realizado con el propósito de implementar una auditoría energética en Hotel Quiabuc Estelí, Nicaragua, que permitió la caracterización de los principales indicadores de consumo energético en el II semestre del año 2020. Se realizó un estudio cuantitativo mediante el cual se hizo un levantamiento de información, mediciones de parámetros de eficiencia energética en equipos, sistema de iluminación, climatización y agua caliente sanitaria. Para el procesamiento de información se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel. Los resultados demuestran que el hotel cuenta con las condiciones necesarias para la implementación de energía renovable mediante la implementación de un sistema solar fotovoltaico de tipo híbrido cuenta con un sistema de respaldo de energía según el arreglo fotovoltaico son 12 módulos solares de 370w y 8 baterías, con especificaciones de 38.2v-9.7A. La anterior como una propuesta de actuación de ahorro de energía que tendría una reducción anual de \$2,074.92 y reduciría un impacto ambiental evitando 5,551.2kg de CO<sub>2</sub>. También se presenta una propuesta de mejora que contribuye a la eficiencia energética, tomando en cuenta la implementación de energías eficientes y renovables.

## **Palabras claves:**

Auditoria energética, eficiencia energética, energía en actividad hotelera

## **Summary**

The purpose of this research was the implementation of an energy audit in Hotel Quiabuc Estelí, which allows the characterization of the main energy consumption indicators in the second half of 2020. A quantitative study was carried out or through which a survey of

information through measurements of energy efficiency parameters in equipment, lighting system, air conditioning and domestic hot water. For information processing, the Microsoft Excel spreadsheet was used. The results show that the hotel has the necessary conditions for the implementation of renewable energy through the implementation of a hybrid-type photovoltaic solar system, it has an energy backup system according to the photovoltaic arrangement, 12 solar modules of 370w and 8 batteries, with 38.2v-9.7A specifications. The former as an energy saving action proposal that would have an annual reduction of \$ 2,074.92 and would reduce an environmental impact by avoiding 55512kg of CO<sub>2</sub>. An improvement proposal is also presented that contributes to energy efficiency, taking into account the implementation of efficient and renewable energy.

Keywords: Energy audit, energy efficiency, energy in hotel activity.

## **Introducción**

El aumento del costo de la tarifa energética ocasiona grandes repercusiones al desarrollo económico del país y a la contaminación del medio. Por lo tanto, en los últimos años se han planteado políticas que promueven la implementación de energías alternativas y más eficientes que faciliten el acceso a todos los sectores de este tipo de energías.

Nicaragua cuenta con un alto potencial turístico por su belleza natural y su clima tropical, por lo que la actividad hotelera representa un sector que impulsa la economía y ha crecido de gran manera. En este sentido es necesario implementar medidas de eficiencia energética como un aporte a la sostenibilidad local, regional y nacional.

Mediante la implementación de una auditoría energética en Hotel Quiabuc de la ciudad de Estelí, el presente estudio se plantea la búsqueda en la reducción del consumo de energía, la evaluación técnica y económica de la implementación de fuentes renovables para la generación de la misma.

Todo lo anterior para contribuir a disminuir la contaminación del medio ambiente y fomentar una cultura de ahorro energético en la actividad hotelera tanto los propietarios como los huéspedes.

Tomando en cuenta lo anterior surge la principal interrogante para dar solución a la problemática: ¿Cómo se puede desarrollar una auditoría energética en Hotel Quiabuc Estelí, que permita caracterizar los principales indicadores de consumo energético en el II semestre del año 2020?

## **Auditoría energética**

Saavedra (2015), define la auditoría de edificios como una herramienta de diagnóstico y gestión que trata, precisamente, de cuantificar los parámetros que nos permitan optimizar los costes económicos y conseguir un buen funcionamiento de las instalaciones.

Por otro lado, Florta (2007) afirma que la auditoría energética preliminar pretende hacer un levantamiento de las instalaciones con las que se pretenda trabajar en los ámbitos de ahorro energético y aprovechamiento de energías renovables.

## **Fases de la auditoría energética**

**Paso 1: Pre-auditoría.** Se realiza una primera visita a la instalación, recabando información sobre los equipos, métodos de trabajo, protocolos de actuación, datos de tarificación y consumos energéticos (eléctricos, combustibles fósiles, energías alternativas). El objetivo de esta etapa es detectar los puntos críticos en cuanto a consumos, malas prácticas, etc. y poder establecer un plan de acción en cuanto a los períodos y puntos de toma de datos, medidas en el lugar y entrevistas con el personal.

**Paso 2: Toma de datos.** Los períodos de toma de datos varían notablemente dependiendo del tipo de edificio, oscilando desde días hasta meses en función del número de equipos a auditar, tipos de instalaciones, dimensiones, etc. En cualquier caso, deben ser suficientes para que los datos sean representativos. Es importante durante esta etapa contar con la colaboración del personal, especialmente con el encargado de mantenimiento y el jefe de planta.

**Paso 3: Diagnóstico.** El estudio de los datos anteriores permitirá identificar los puntos donde no se está consiguiendo un uso eficaz de la energía y establecer las medidas correctivas oportunas, como sustitución de equipos, nuevos protocolos de actuación, etc. Además de la

viabilidad técnica, debe analizarse la viabilidad económica, determinando inversiones, beneficios, costes y períodos de recuperación.

**Paso 4:** Implantación y seguimiento. Una vez adoptadas las medidas propuestas, debe realizarse un seguimiento para comprobar que se están ejecutando correctamente y confirmar las mejoras y los ahorros consiguientes (Jimenez, 2013).

## **Materiales y métodos**

### **Métodos técnicas e instrumentos de recolección de datos e información**

#### 1. Implementación de datos cuantitativos

Como parte del diseño metodológico es necesario determinar y plantear los métodos, así como las técnicas de recolección de datos, el tipo de instrumento que se utilizó, para lo que debió tomarse en cuenta todas las etapas anteriores, especialmente el enfoque, los objetivos, las variables y el diseño de la investigación. En este momento es importante la elaboración de los instrumentos que definen la calidad de la información, como base para las siguientes etapas.

La técnica empleada para la recolección de datos fue la observación que permitió tener un registro visual de la situación actual del Hotel Quiabuc, se observaron características y condiciones de los sistemas de iluminación, climatización y los equipos que consumen energía eléctrica y se utilizaron instrumentos de mediciones para medir el área de la habitación, la sala de recepción y el área de lavandería, mediciones de la cantidad de lúmenes por cada tipo de luminaria, mediciones de amperaje a los equipos de consumo.

Se utilizaron formatos de registro de información elaborados previamente en el programa informático Microsoft Excel, que sirvieron para el registro de las variables. Luego se diseñó una base de datos en el mismo programa informático para realizar cálculos y estadísticas pertinentes.

Según el enfoque filosófico de la investigación es cuantitativo, su medio principal es la de De acuerdo al paradigma epistemológico de la investigación el presente estudio se sustenta en el paradigma positivista.

Según el enfoque filosófico de la investigación si es cuantitativo, ya que su medio principal es la medición y el cálculo. Y en general buscan medir variables con referencia a magnitudes.

De acuerdo al método de investigación el estudio es observacional y según el nivel de profundidad del conocimiento es descriptivo ya que describen los hechos como son observados. El investigador se limita a medir la presencia, las características o la distribución de un fenómeno en una población en un momento acorde al tiempo, están dirigidos a determinar “cómo es” o “cómo esta” la situación de las variables que se estudian en una población.

De acuerdo a su clasificación es correlacional, es decir, estudia la correlación entre dos o más variables. De acuerdo al tiempo y ocurrencia de los hechos y registro de la información el estudio es prospectivo debido a que se registran la información según van ocurriendo los fenómenos. Por el período y secuencia del estudio la investigación es transversal por lo que se realizó en un tiempo corto (Ferrer, 2010).

## **Análisis y discusión de resultados**

En relación al objetivo específico número 1: Describir la situación actual del consumo energético.

Se obtuvieron los datos de los recibos por consumo del año 2020, los que reflejaron que el mes de noviembre fue el mes de mayor consumo. Con 1,200.95 KWh equivalente a C\$ 9,939.60.

Dimensionado:

<b>DISPOSITVO</b>	<b>CANT.</b>	<b>VOLTAJE (V)</b>	<b>POTENCIA DEL DISP. (W)</b>	<b>HORAS DE USO (W)</b>	<b>ENERGIA DIARIA (Wh)</b>
<b>Televisores</b>	<b>60</b>	<b>110</b>	<b>130</b>	<b>6</b>	<b>46,800</b>
<b>Lavadoras</b>	<b>3</b>	<b>110</b>	<b>440</b>	<b>2</b>	<b>2,640</b>
<b>Aire acondicionado</b>	<b>20</b>	<b>110</b>	<b>1,350</b>	<b>6</b>	<b>162,000</b>
<b>Microonda</b>	<b>1</b>	<b>110</b>	<b>800</b>	<b>3</b>	<b>2,400</b>
<b>Exhibidores</b>	<b>2</b>	<b>110</b>	<b>350</b>	<b>12</b>	<b>9,600</b>
<b>Refrigeradora</b>	<b>1</b>	<b>110</b>	<b>220</b>	<b>12</b>	<b>2,640</b>

<b>Computadoras</b>	<b>2</b>	<b>110</b>	<b>150</b>	<b>10</b>	<b>3,000</b>
<b>Abanicos</b>	<b>4</b>	<b>110</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	<b>1,440</b>
<b>Luminaria 1 r</b>	<b>30</b>	<b>110</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>7,920</b>
<b>Luminaria 2 e</b>	<b>3</b>	<b>110</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>276</b>
<b>Luminaria 3 c</b>	<b>64</b>	<b>110</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>21,504</b>
<b>Total</b>					<b>260,220</b>

### Diagnóstico del estado

Para la valoración del consumo eléctrico se realizó un censo de carga lo cual solo obtuvimos una estimación ya que la cantidad de horas de consumo de los equipos varia bastante por ser un hotel. El historial de facturación (ver en tabla 4) se obtuvo de la gerencia del hotel del mes de enero al mes de noviembre el mes con mayor consumo energético en el año 2020.

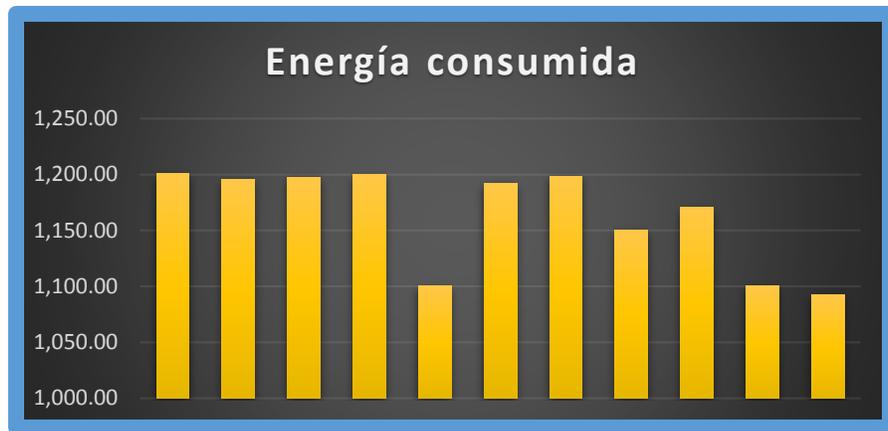
### Historial de facturación

Esta tabla refleja los meses donde se obtuvo la energía consumida donde identificamos el mes de mayor consumo (noviembre) y el mes de menor consumo (julio).

Tabla N0.1: Histórico de consumo

<b>No</b>	<b>Fecha de lectura</b>	<b>Energía consumida</b>
<b>1</b>	Noviembre	1,200.8
<b>2</b>	Octubre	1,195.2
<b>3</b>	Septiembre	1,197.6
<b>4</b>	Agosto	1,200.1
<b>5</b>	Julio	1,100.2
<b>6</b>	Junio	1,192.3
<b>7</b>	Mayo	1,198.4
<b>8</b>	Abril	1,150.4
<b>9</b>	Marzo	1,170.4
<b>10</b>	Febrero	1,100.3
<b>11</b>	Enero	1,092.2

Figura N0.1: Histórico de consumo



**En relación al objetivo específico número 2: Determinar los factores que intervienen en el consumo energético, Hotel Quiabuc Estelí.**

### **Equipos y mantenimiento**

Por medio de la inspección visual se pudo observar que se encuentran en buenas condiciones, anexo (5). Se observó que los equipos tienen pocos años de uso y que se les dan mantenimiento en el tiempo adecuado.

### **Sistema eléctrico**

El sistema eléctrico es el mismo diseñado desde su construcción está en buenas condiciones, cuenta con 1 panel principal y 3 subpaneles. Anexo (4).

### **Sistema de iluminación**

Actualmente en iluminación se observa un alto consumo de energía eléctrica, este sistema no se ha cambiado desde su construcción, pero se encuentra en buen estado actualmente.

Al estudiar el diseño del sistema de iluminación se observan posibles cambios de acuerdo a la cantidad de lux para cada sitio ya que no es igual la iluminación en una habitación que en el área de lavandería cada área cuenta con parámetros de iluminación específicos.

### **Sistema solar térmico**

El sistema solar térmico es de tipo Choromagen, sistema termosifónico de circulación forzada, perfil alto. Se encuentra en buen estado y con un buen funcionamiento. (Anexo 7)

## Sistemas de refrigeración y climatización

Se encontró un tipo de sistema de refrigeración que cuenta con 20 unidades de 12000 btu, marca royal. Se encuentran ubicados en 19 habitaciones y uno en el área de recepción.

La tabla de equipos de aire acondicionado y calefacción fue utilizada de formato de Excel auditorías energéticas de UNAN–Managua, FAREM–Estelí.

Según los cálculos realizados las habitaciones presentan confort en el área.

Tabla No.1: Climatización

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN							
Fecha:	25/10/2020		Hora:	1:00 p. m.		Temperatura exterior:	25 C
Equipos climatización centralizada							
Tipo	Marca/Modelo	Planta/Zona	Funcionamiento		Potencia Nom. [W]	Potencia Calor [W]	Potencia Frío [W]
			Lunes-viernes	Sábado - Domingo			
aire acondicionado	Royal	Habitación	9 horas	6 horas	1,200	5,016	1,032
aire acondicionado	Royal	Area de recepción	10 horas	10 horas	1,200	5,016	1,032

El cálculo de climatización primeramente se utilizó los datos de largo y ancho tomando en cuenta la habitación que es el área donde se encuentran ubicado la mayoría de los equipos de aire acondicionado, luego se calculó el área de estancia seguido del cálculo de frigorías y la potencia del aire acondicionado lo cual refleja confort en el área.

**En relación al primer objetivo específico número 3: Proponer medidas de ahorro y eficiencia energética en Hotel Quiabuc Estelí.**

## Iluminación

Mediante cálculos realizados en Excel, se recomienda un aumento o disminución de luminarias de manera grupal según sea adecuada para cada área, contribuirá al ahorro de energía eléctrica.

Los ejercicios de iluminación por cada área se realizarón con el objetivo de identificar la cantidad de luminarias necesarias para tener la iluminación adecuada según los parámetros. Primeramente, se realizarón las mediciones de largo, la altura y ancho por área, la cantidad

de watts según el tipo de lámpara y su flujo luminoso, el coeficiente de reflexión, utilización y mantenimiento se obtuvieron de una tabla específica para estos cálculos.

Datos		Calculo de flujo luminoso		Calculo N de luminarias	
Largo	980	Luminaria 1	φT	Luminaria 1	N
Ancho	1342		246176000		2
Altura	295	Luminaria 2	φT	Luminaria 2	N
Altura del plano de tra	0		107702000		4
Altura de suspensión (	2.6	Luminaria 3	φT	Luminaria 3	N
Tipo de lampara	48		107702000		4
Flujo luminoso	440				
Factor K	1				
Lux	100				
Coeficiente de reflexion					
Techo	Paredes	Suelo			
0.5	0.3	0.1			
Coeficiente de utilizacion (n)					
Luminaria 1	Luminaria 2	Luminaria 3			
0.21	0.48	0.48			
Factor de mantenimiento					
0.3	0.3	0.3			
Em	100				
S	1723232				
Fm	0.3				

**Figura No.9: Cálculos de iluminación**

**Fuente: Habitación piso**

Luego se calculó el flujo luminoso con fórmulas ya específicas por último el cálculo del número de luminarias para identificar la cantidad de luminarias necesarias por cada área.

Datos		Calculo de flujo luminoso		Calculo N de luminarias	
Largo	521	Luminaria 1	φT	Luminaria 1	N
Ancho	370		943220686		3
Altura	280	Luminaria 2	φT	Luminaria 2	N
Altura del plano de trabajo			825318100		3
Altura de suspensión (	2.6	Luminaria 3	φT	Luminaria 3	N
Tipo de lampara	28		943220686		3
Flujo luminoso	460				
Factor K	1.3				
Lux	100				
Coeficiente de reflexion					
Techo	Paredes	Suelo			
0.5	0.3	0.1			
Coeficiente de utilizacion (n)					
Luminaria 1	Luminaria 2	Luminaria 3			
0.7	0.8	0.7			
Factor de mantenimiento					
0.4	0.4	0.4			
Em	100				
S	16506362				
Fm	0.3				

**Figura No.9: Cálculos de iluminación**

**Fuente: Habitación piso**

Se realizó el ejercicio de iluminación para la habitación del piso uno como ejemplo tomando en cuenta que las todas las otras habitaciones tienen la misma área, el mismo color de pared y la misma cantidad de luminarias.

Datos		Calculo de flujo luminoso		Calculo N de luminarias	
Largo	750	Luminaria 1	φT	Luminaria 1	N
Ancho	620		80260600		3
Altura	304	Luminaria 2	φT	Luminaria 2	N
Altura del plano de tra	0		68794800		3
Altura de suspensión (	0	Luminaria 3	φT	Luminaria 3	N
Tipo de lampara	22w		80260600		3
Flujo luminoso	460				
Factor K	0.9				
Lux	100				
Coeficiente de reflexion					
Techo	Paredes	Suelo			
0.5	0.3	0.1			
Coeficiente de utilizacion (n)					
Luminaria 1	Luminaria 2	Luminaria 3			
0.6	0.7	0.6			
Factor de mantenimiento (Fm)					
Luminaria 1	Luminaria 2	Luminaria 3			
0.3	0.3	0.3			
Em	99.1				
S	16052112				
Fm	0.3				

## Energía Renovable

El sistema solar fotovoltaico está en base a los datos de consumo energético mensual es de tipo híbrido ya que cuenta con un sistema de respaldo de energía.

Mediante una evaluación que se realizó con el objetivo de determinar qué tipo de energía renovable es la más adecuada, se determinó que la energía solar fotovoltaica es buena opción como propuesta de fuente de energía alterna. Las áreas de recepción y pasillo son las más operables las 24 horas al día. El sistema está concentrado en todas las áreas del hotel.

Actualmente existe un consumo de 1,200 KW al mes que equivalen a (40KW) al día. El arreglo fotovoltaico y especificaciones se obtuvieron de acorde al consumo de energía del hotel. La salida de los módulos solares fotovoltaicos y la entrada de voltaje del banco de baterías obtuvimos que se necesitan un controlador de 100 Am admisibles. Se seleccionó un inversor capaz de suplir la potencia instalada.

El sistema es de tipo híbrido ya que cuenta con un sistema de respaldo de energía es apropiado para su utilización y la cantidad de consumo energético del hotel.

**En relación con el objetivo número 4:** Identificar la viabilidad técnica, económica y ambiental de las mejoras propuestas.

**Viabilidad técnica:** Se realizó la viabilidad técnica para determinar la capacidad y los componentes del sistema solar fotovoltaico propuesto con una irradiación solar mínimo promedio en la ciudad de Estelí es de  $4.7\text{kw}/\text{m}^2$ , por lo que se diseñó un arreglo de 12 módulos solares (peimar) de 370w, con especificaciones de 38.2v-9.7A, con un banco de baterías de 8 unidades a 6v conexión en serie, este capaz de abastecer el área con 1 día de autonomía.

 <b>ECAMI S.A.</b> SOMOS SU SOLUCIÓN ENERGÉTICA			
CLIENTE:	Denis Chavarria	FECHA:	7/1/2021
REFERENCIA:		TELEFONO:	Correos:
Nº RUC/CEO ID:		DESCRIPCION:	Sistema Híbrido Solar 4.4Kwp con respaldo
<i>Pago de Factura:</i>			
CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL
12	Módulos Solares Peimar 370w	\$185.00	\$2,220.00
8	Baterías Solares TROJAN SOLAR -S AGM 06 375 6V 575A	\$455.00	\$3,640.00
1	BlueSolar MPPT 150/100-MC4 100 AMP 150V	\$819.00	\$819.00
1	Color Control GX System controller with graphical user interface	\$495.00	\$495.00
1	Inversor Quattro 48/5000/70-100/100 120V	\$2,582.00	\$2,582.00
1	MEGA-fuse 200A/50V for 48V products (1 pc)	\$31.50	\$31.50
1	Materiales electricos de Conexión	\$1,350.00	\$1,350.00
1	Transferencia emergencia 60 amp	\$150.00	\$150.00
1	Estructura de soporte CHIKO	\$360.00	\$360.00
1	Racks para Baterías Solares	\$90.00	\$90.00
<b>Sub-Total</b>			<b>\$ 11,737.50</b>
<b>IVA 18%</b>			<b>\$ 881.63</b>
<b>Monto Total Cotizado</b>			<b>\$ 12,619.13</b>
Precios:	Neto en \$ dolares		
Descuentos:	Incluidos		
Periodo de Validez:	10 dias		
Forma de Pago:	Prepago		
Entrega:	Aceptamos tarjeta de credito, cheque certificados, y efectivo.		
RUC ECAMI S.A.	00310000155011		
ECAMI S.A. Departamento Comercial Asesor Comercial Ing. Dorian Flores Correo Vendedor: <a href="mailto:ventas@ecami.com.ni">ventas@ecami.com.ni</a> Telefono: 83374746 Celular: 83374746			
NOTA: 1. Nuestros paneles solares y baterías de ciclo profundo están exentos de IVA, según ley 532 2. Oferta estimada, su valor definitivo se confirmará posterior a la respectiva Inspección Técnica 3. Los servicios por Mano de Obra se deben cancelar de forma anticipada			
    			

**Figura No.11:** Presupuesto del sistema solar fotovoltaico

**Fuente:** ECAMI S.A.

Se elaboró un presupuesto en base al consumo de energía donde se identificó cada componente del sistema y el costo de cada uno.

**Viabilidad económica:** El análisis financiero se realizó con el fin de determinar la cantidad de años para recuperar la inversión y si instalar este sistema es viable.

Se tomó en cuenta el costo de aumento de energía anual de un 10%, el costo actual de la energía mensual, el costo total del sistema solar fotovoltaico para los cálculos monetarios.

Se utilizó desde el año 2021 al año 2026 para el cálculo del Van con intereses del 10, 12 y 15% seguido del cálculo de la TIR, relación costo beneficio por último el período de recuperación de la inversión inicial de \$12,619.13.

Auditoría energética, Hotel Quiabuc

Costo de la energía eléctrica del 10%

Costo actual: C\$ 9,000

Costo total del sistema solar fotovoltaico: \$12,619.13

Tipo de cambio: 34.70

Tabla N0.3: Resultados del VAN y TIR

Año	Costo mensual C\$	Costo anual C\$	Costo anual \$
2021	9,900	118,800	3,423.63
2022	10,840	130,880	3,763.9
2023	11,880	142,500	4,108.3
2024	12,870	154,440	4,450.7
2025	13,680	166,320	4,743.08
2026	14,520	174,240	5,022.23

<b>Interés del 10%</b>	$\text{VAN} (-12,619) + \frac{3,423.63}{1+0.10} + \frac{3,763.9}{1+0.10^2} + \frac{4,108.3}{1+0.10^3} + \frac{4,450.7}{1+0.10^4} + \frac{4,743.08}{1+0.10^5} + \frac{5,022.23}{1+0.10^6}$ $(-12,619) + (25,627.3)$	13,008.3
<b>Interés del 12%</b>	$\text{VAN} (-12,619) + \frac{3,423.63}{1+0.12} + \frac{3,763.9}{1+0.12^2} + \frac{4,108.3}{1+0.12^3} + \frac{4,450.7}{1+0.12^4} + \frac{4,743.08}{1+0.12^5} + \frac{5,022.23}{1+0.12^6}$ $(-12,619) + (25,511.97)$	12,892.97
<b>Interés del 15%</b>	$\text{VAN} (-12,619) + \frac{3,423.63}{1+0.15} + \frac{3,763.9}{1+0.15^2} + \frac{4,108.3}{1+0.15^3} + \frac{4,450.7}{1+0.15^4} + \frac{4,743.08}{1+0.15^5} + \frac{5,022.23}{1+0.15^6}$ $(-12,619) + (38,680.73)$	26,061.73

### TIR

$$\text{TIR: } i_1 (i_2 - i_1) , \frac{\text{VAN } 1}{\text{VAN } 1 + \text{VAN } 2}$$

$$\text{TIR: } 0.12 + (0.15 - 0.12), \frac{13,008.2}{13,008.2 + 12,892.97}$$

$$\text{TIR: } 0.12 + 0.03, \frac{13,008.2}{14,201.17}$$

TIR: 0.12+0.03+0.9

TIR: 1.05 equivalente a 100%

### **Relación costo/ beneficio**

$$Rb/c: \frac{3,423.63}{1+0.10} + \frac{3,763.9}{1+0.10^2} + \frac{4,108.3}{1+0.10^3} + \frac{4,450.7}{1+0.10^4} + \frac{4,743.08}{1+0.10^5} + \frac{5,022.23}{1+0.10^6}$$

$$Rb/c: \frac{13,008.3}{12,619}: 1.03$$

### **Periodo de recuperación**

PRI:  $a + (b-c)/d$

$$PRI: \frac{6+12,619-20,489.61}{5,022.23}$$

$$PRI: \frac{6+(-7,870.61)}{5,022.32}$$

6+ -1.56: 4.44

-1.56\*12: 18.7 meses, aproximadamente 1 año y siete meses

Se recuperará la inversión en 5 años y 7 meses

El resultado del VAN a una tasa de interés del 10%, es de (13,008.3) el valor es mayor que 0, por lo tanto, se acepta invertir en el proyecto.

El resultado del TIR es de 100%

El trema es el 10% y la tasa interna de retorno es mayor por lo tanto el proyecto resulta viable.

La relación beneficio costo dio un resultado del (1.03) es mayor a 1, por lo tanto, se afirma que el proyecto es viable.

Se calculó un período de recuperación de inversión de 5 años y 7 meses.

## **Viabilidad ambiental**

Se realizó el cálculo de contribución ecológico tomando en cuenta el valor de 0.3850 multiplicado por el valor de consumo energético anual para obtener el resultado de disminución de dióxido de carbono al medio ambiente.

$14,400 \times 0.3850$ : 5,551.2kg de CO<sub>2</sub>

5,551.2kg anuales es la cantidad de Dióxido de carbono que se evitaría a la atmósfera reduciendo la contaminación y promoviendo el uso de energías limpias.

## **Conclusiones**

La auditoría energética supone una herramienta práctica para evaluar y disminuir los gastos de explotación y mantenimiento, mejorando el confort en las instalaciones y colaborando en la preservación del medio ambiente.

El estado general del sistema eléctrico con el que cuenta el Hotel Quiabuc, dentro de las normativas y seguridad están en buenas condiciones. Se recomienda el cambio de iluminaria para un mayor consumo energético y ahorro de costo, haciendo un cambio general de luminarias, al mismo tiempo el buen confort visual es un aspecto importante para que el ambiente sea de más agradable.

Por medio de la inspección visual y mediciones se logró pudimos determinar que los equipos y electrodomésticos se encuentran en buenas condiciones. Puede concluirse con la recomendación de elaborar rótulos donde se le pueda recordar al huésped apagar y desconectar los equipos, luminarias etc. cuando no estén en uso.

Comparando la factura del consumo energético del hotel con el censo de carga que se realizó, hay diferencia significativa; por lo que no se puede contar con las horas exactas en que los huéspedes utilizan los equipos y luminarias.

El sistema solar fotovoltaico es eficaz para reducir la factura eléctrica y la huella ecológica reduciendo de gran manera las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Si aplican las recomendaciones y propuestas dada como breve conclusión ayudará a la reducción en la factura mensual de (720 KW, lo que tendría una reducción de costo de (\$

2,074.92) anual. Al tomar en cuenta las mejoras, el ahorro total anual será aproximadamente de (\$ 2,074.2).

## Bibliografía

Ferrer, J. (12 de 05 de 2010). *Metodologia de Investigacion* . Obtenido de Metodologia de Investigacion : <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>

Florta, R. (2007). *Ahorro, eficiencia y Gestion de la energia* . España.

Hoteleria, E. e. (2 de 10 de 2014). *Tsustentable AP*. Obtenido de Tsustentalbe AP: [http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2014/11/TSustentable\\_AP\\_fin.pdf](http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2014/11/TSustentable_AP_fin.pdf)

Jimenez, C. o. (2013). *PROPUESTAS DE AHORRO Y MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA*. Salvador: Universidad complutense madrid.

Olivas, C. (2019). *Implementación de Auditoria Energética en “El Mini Hotel y Cafetín Central” de la ciudad de Bluefields en el año 2017-2018*.

Quiroa, M. (20 de 04 de 2020). *Economipedia*. Obtenido de Economipeida : <https://economipedia.com/definiciones/energia-renovable.html>.

Saavedra, E. L. (2015). Auditorias Energeticas. *Documento de apoyo con insercion del eje trasversal, Gestion de riesgo y cambio climatico*, 3-4.

Torrez, H. m. (2008). *Distribucion de energia electrica*. Bogota: Comision de Regulacion de Energia y gas.