



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM–Estelí

Implementación de auditoria energética “Lácteos Nueva Guinea” en la ciudad de Nueva Guinea, RACCS, en el año 2019

Trabajo monográfico para optar

Al grado de

Ingeniero en Energías Renovables

Autor

Br. Oliver Javier Salgado Machado

Tutor

MSc. José Antonio Castillo Hernández

Asesor

MSC. Luis Lorenzo Fuentes

Estelí, Nicaragua, enero 2020



Estelí, 3 mayo de 2020

CARTA AVAL

Por la presente se deja constancia de que el proyecto de investigación de grado de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables que lleva por título:

Implementación de auditoria energética “Lácteos Nueva Guinea” en la ciudad de Nueva Guinea, RACCS, en el año 2019

Autor:

Br. Oliver Javier Salgado Machado

Se le han incorporado las sugerencias del jurado en el acto de defensa, por lo cual pude ser entregado a la facultad.

Atentamente

Tutor

Ms.c José Antonio Castillo Hernández

Dedicatoria

Descendió lluvia, y vinieron ríos, y soplaron vientos, y golpearon contra aquella casa; y no cayó, porque estaba fundada sobre la roca. “Mateo 7:25”

Dedico esta tesis principalmente al creador de los cielos y la tierra ¡a Dios! Porque ha sido él quien me ha sostenido en los momentos difíciles de cada proceso, me ha dado la sabiduría y fortaleza para llegar hasta aquí, “la honra y la gloria siempre sea para él”.

Familia

Mis padres, Samuel Salgado Obando y Lucia Machado Coronado, por ser las primeras personas en creer y confiar en mí y porque siempre me han demostrado su amor y me han apoyado en cada etapa de mi vida ¡Mi esfuerzo ha sido grande, pero no más grande que el sacrificio que hicieron ellos para que yo lograra a culminar mi carrera! De mi madre aprendí a emprender y de mi padre a nunca darme por vencido, por esa y un millón de razones más estaré eternamente agradecido con ellos.

Amigos

Orlando Francisco Pérez y Cruz Alberto Obregón, quienes no solo me enseñaron sino también me demostraron que los amigos se pueden convertir en hermanos. Ellos ya no están presentes físicamente, pero estarán siempre en mi corazón “Es imposible no sentirse triste por la partida, la ausencia de ellos aun duele, pero sus recuerdos siempre me harán sonreír”

Además, se lo dedico a Eymi Escobar, Betsy Blandón, Kevin Calderón, Luis Calderón, Rosi Torrente, Samir Torrente, porque ellos siempre han sido los hermanos que nunca tuve y que de una u otra manera han estado conmigo siempre, de manera muy especial a Oscarlos Santamaria ya que ha sido un gran amigo y hermano, siempre he recibido de parte de él palabras de aliento, apoyo y ayuda incondicional.

Profesores

Msc. Jose Antonio Castillo, por haber sido mi tutor, quien ha sabido guiarme y apoyarme en cada proceso de la realización de esta tesis.

Msc. Luis Lorenzo Fuentes, por brindarme su asesoría y motivación para mejorar.

Les agradezco toda la ayuda, motivación y apoyo a ellos al igual que al Msc. Juan Alberto Bentanco y Msc. Edwin Reyes quienes han sido mis profesores y amigos.

Índice

I.	Introducción	10
II.	Antecedentes	11
III.	Justificación	13
IV.	Planteamiento del Problema.....	14
4.1.	Caracterización del problema.....	14
4.2.	Delimitación del problema.....	14
4.3.	Formulación del problema	14
4.4.	Sistematización del problema	15
V.	Objetivos	16
5.1.	Objetivo General.....	16
5.2.	Objetivos Específicos.....	16
VI.	Marco Teórico.....	17
6.1.	Auditorías energéticas.....	17
6.1.1.	Los auditores energéticos.....	17
6.1.2.	Tipos de auditorías energéticas	18
6.1.3.	Metodologías de auditorías energéticas	19
6.2.	Sistemas	20
6.2.1.	Sistema energético	20
6.2.2.	Sistema eléctrico.....	20
6.2.3.	Sistemas de alta tensión	20
6.2.4.	Sistemas de baja tensión	21
6.2.5.	Sistema térmico	21
6.3.	Energía.....	22
6.3.1.	Electricidad.....	22
6.3.2.	Potencia Activa.....	23
6.3.3.	Potencia Reactiva	23
6.3.4.	Potencia Aparente.....	23

6.3.5.	Factor de Potencia	24
6.4.	El ahorro y la eficiencia energética	24
6.4.1.	Ahorro energético	24
6.4.2.	Eficiencia energética.....	24
6.4.3.	Beneficios del ahorro de energía y eficiencia energética	25
6.4.4.	Ahorro y eficiencia energética en iluminación	26
6.4.5.	Ahorro y eficiencia energética en equipos de oficina	26
6.4.6.	Ahorro y eficiencia energética en sistemas eléctricos industriales 27	
6.4.7.	Ahorro y eficiencia energética en climatización de instalaciones 27	
6.5.	Refrigeración	28
6.5.1.	Refrigeración ambiental.....	29
6.5.2.	Ventilación natural	29
6.6.	Iluminación	30
6.6.1.	Confort.....	30
6.6.2.	Confort lumínico.....	30
6.6.3.	Calidad de iluminación	31
6.6.4.	Color	31
6.6.5.	Índice de reproducción del color.....	32
6.6.6.	Temperatura del color	32
6.6.7.	Luz natural	32
6.7.	Tipos de mantenimientos:	33
6.7.1.	Mantenimiento predictivo.....	33
6.7.2.	Mantenimiento preventivo	33
6.7.3.	Mantenimiento correctivo.....	33
6.8.	Energías alternativas	34
6.8.1.	Integración de energías renovables en edificios.....	34
6.8.2.	Autogeneración o autoconsumo de energía	34

6.8.3.	Energía solar	34
6.8.4.	Energía solar fotovoltaica	35
6.8.5.	Energía solar térmica	36
6.8.6.	Energía de la biomasa	37
VII.	Hipótesis	38
VIII.	Diseño Metodológico	39
8.1.	Tipo de estudio	39
8.2.	Área de Estudio.....	39
8.3.	Área de Conocimiento	40
8.4.	Universo y Muestra.....	40
8.5.	Definición y operacionalización de variables	41
8.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
8.7.	Procedimiento para la recolección de datos e información	43
8.8.	Plan de tabulación y análisis	44
8.9.	Presupuesto del Estudio	46
IX.	Análisis de resultados.....	47
	52
X.	Conclusiones	55
XI.	Recomendaciones.....	56
XII.	Bibliografía	57
XIII.	Anexos	60

Índice de Tablas

Tabla 1: Tarifas Energéticas	22
Tabla 2: Cargas Térmicas	29
Tabla 3: Iluminación recomendada por área.....	31
Tabla 4: Definición y operacionalización de variables	41
Tabla 5: Cronograma de trabajo	45
Tabla 6: Presupuesto de Trabajo	46
Tabla 7: Especificaciones de temperatura y lux por área.....	49
Tabla 8: Historial de consumo de electricidad y recargo (multa) por factor de potencia de “Lácteos Nueva Guinea del año 2019”.....	51
Tabla 9: Consumo diario y mensual de energía eléctrica	52
Tabla 10: Presupuesto para el sistema solar fotovoltaico	54
Tabla 11: Censo de Carga de Equipos, bombas y motores instalados	60
Tabla 12: Censo de Carga de Iluminación.....	61
Tabla 13: Censo de Carga del área de pasterización.....	61
Tabla 14: Censo de Carga del área de Quesillo	61
Tabla 15: Censo de Carga del área descremadora	62
Tabla 16: Censo de Carga del área de Acopio	62
Tabla 17: Censo de Carga del área de Empaque Quesillo	62
Tabla 18: Censo de Carga del área de Empaque Queso	62
Tabla 19: Censo de Carga del área de Maquinas	63
Tabla 20: Censo de Carga del área de poso	63
Tabla 21: Censo de Carga del área de Cuartos Fríos	63
Tabla 22: Censo de Carga del área de Laboratorio	63
Tabla 23: Censo de Carga del área de Prensa del Queso	64
Tabla 24: Censo de Carga del área de Oficinas	64
Tabla 25: Censo de Carga del área de baños de Mujeres.....	64
Tabla 26: Censo de Carga del área de baños de Hombres	64
Tabla 27: Censo de Carga del área de Bodegas	65
Tabla 28: Censo de Carga del pasillo del área del Quesillo.....	65
Tabla 29: Censo de Carga del área de Cocina	65

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Ubicación de Lácteos Nueva Guinea (La quesera)	39
Ilustración 2: consumo de energía en cada una de las áreas	53
Ilustración 3Factura de energía eléctrica del mes de Diciembre 2019.....	72
Ilustración 4: Lectura del consumo eléctrico de Agosto 2019 a Diciembre 2019	72
Ilustración 5: Lectura del consumo eléctrico de Abril 2019 a Agosto 2019 ...	72
Ilustración 6: Lectura del consumo eléctrico de Diciembre 2018 a Abril 2019	72
Ilustración 7: Plano arquitectónico de la empresa “Lácteos Nueva Guinea” ..	73
Ilustración 8: Vista posterior de la empresa “Lácteos Nueva Guinea”	73
Ilustración 9: Vista del banco de Transformadores	73
Ilustración 10: Control de mando de todos los Equipos de Potencia	73
Ilustración 11: Vista de área y máquina de sellado de Quesillo.....	74
Ilustración 12 área de Acopio de Leche.....	74
Ilustración 13: Exterior de 2 cuartos fríos	74
Ilustración 14: Interior de los cuartos fríos	75
Ilustración 15: exterior de vestidores, bodegas y oficinas	75
Ilustración 16: Interior de los vestidores.....	75
Ilustración 17: Vista de la cocina	76
Ilustración 18: Interior de las oficinas	76

I. Introducción

El Sector Industrial es uno de los principales consumidores de recursos energéticos a nivel mundial, existen numerosas oportunidades de eficiencia energética en este sector, se pueden llevar a cabo mediante la utilización de prácticas y/o tecnologías más eficientes. Estas ayudarían a la Industria a disminuir su consumo energético y a mejorar su productividad.

La auditoría energética permite determinar dónde y cómo se utiliza la energía. Se identifican los puntos del diagrama de proceso de mayor uso de energía haciendo resaltar aquellos donde esta se desperdicia y aquellos en donde es posible generar algún ahorro.

El presente estudio de Auditoria energética en la empresa “Lácteos Nueva Guinea” está orientado a brindar un panorama general de evaluación de su sistema energético dentro de sus procesos productivos para así poder identificar oportunidades de ahorro de energía y plantear alternativas de solución a los problemas energéticos que este pueda tener.

Como otro de los muchos beneficios, este estudio brinda el conocimiento práctico y teórico de la realización de una auditoria energética y así mismo estimular a empresas lácteas y empresas de otros sectores a realizar auditorías energéticas en ellas.

II. Antecedentes

Hasta la fecha no se ha llevado a cabo un estudio de auditoría energética en “Lácteos Nueva Guinea” ni similar a este, en este apartado se destacan auditorías energéticas realizadas en distintos lugares.

En la auditoría eléctrica realizada a la empresa Platinic ahora plásticos Modernos se logró constatar la posibilidad de ahorros significativos anuales en equipos como: Aire acondicionado, motores eléctricos e iluminación gracias a los datos históricos de consumo y las mediciones de campo en cada uno de los equipos estudiado. (Carrero Selva & Saenz Ocampo, 2015)

Se identificaron tres sectores para ahorro potencial de energía

Aire acondicionado a. Apagar el aire acondicionado cuando no se trabaja b. Sustitución de equipos de climatización

Motores eléctricos a. Sustitución de motores con bajo factor de carga b. Cambio de motor de eficiencia estándar a Premium

Iluminación a. Eliminar alumbrado innecesario b. Reducción de consumo por reemplazo de tecnología T-12 por T-8 (Carrero Selva & Saenz Ocampo, 2015)

De la auditoría energética elaborada en Lácteos San Sebastián se concluye lo siguiente: Bajo las operaciones de trabajo llevadas a cabo en la realización de esta auditoría, tales como el levantamiento de la capacidad instalada, así como los tiempos de operación de los equipos se logró identificar, que el área de mayor consumo de energía eléctrica es el área de refrigeración, en segundo lugar, banco de hielo y en tercer lugar la bomba de la torre de enfriamiento. Se encontraron opciones de mejoras, las cuales fueron evaluadas técnicas, económicas y ambientalmente representando un ahorro en consumo de energía de 29,548kWh/año esto significa un 18 % del consumo de energía total anual de la planta. Con respecto al consumo de GLP se logra reducir 6% del consumo actual y un 100% del consumo de diésel. (Hernández Martínez, 2011)

Con la elaboración del análisis de cargas En la Universidad Tecnológica de Salamanca se identifica de forma clara las áreas de mayor consumo de energía, se observa que las áreas se pueden controlar con un proceso sencillo, con esto contribuir al ahorro de energía y disminuir los gases emitidos a la atmósfera. (Bustamante Vázquez & Hernández Mosqueda, 2013)

Con las propuestas realizadas se logró un ahorro del 16.12 % lo que nos permite concluir que la propuesta es viable aun cuando apenas se logra superar el objetivo. Se lograría un ahorro del 30% de la energía eléctrica destinada a este servicio al subir la temperatura del aire acondicionado en el set point ubicándolo de 23° a 25°C. Si se utilizara la automatización

mediante sensores de presencia y/o de luz se encenderían las lámparas (las cuales deben de ser ahorradoras), se podría controlar la temperatura y en caso de la época fría el aire acondicionado se apagaría automáticamente al tener un descenso de temperatura. El control inteligente que ofrece la domótica genera entonces una buena gestión eléctrica dentro la institución. (Bustamante vázquez & Hernández Mosqueda, 2013)

Con la auditoria energética realizada, se comprueba que los consumos de las diferentes áreas del Hospital Pedro Altamirano, y en base a ello se proponen mejoras que contribuirán a la eficiencia energética y la sostenibilidad del centro hospitalario. Se propone reducir la facturación de energía eléctrica, a través de un cambio de tarifa comercial, gestión que debe realizar la administración del centro.

Los resultados de ahorro obtenidos en el sistema de iluminación auditada son de 28% del consumo energético total anual, mediante el cambio de luminarias y uso adecuado de las mismas.

En el área de climatización, se puede obtener un ahorro de aproximadamente un 8% de consumo energético con el cambio de tecnología más eficiente y en algunos casos impermeabilizando las áreas climatizadas. (Calderón Salgado, Jiménez Soto, Lira Ruiz, & Meza Ruiz, 2012)

El estado general del sistema eléctrico (conductores, disyuntores, conexiones, paneles) con el que cuenta el “Mini Hotel y Cafetín Central”, no está en condiciones dentro de las normativas de funcionamiento y seguridad. Por lo que la mejora en este aspecto debe de ser de relevancia e incluida en el presupuesto de inversión por parte de la administración del hotel. Por otro lado, el buen confort visual es uno de los aspectos primordiales para que el ambiente en un sitio, sea de lo más agradable, de igual manera, se recomienda cambio de luminarias por unas de mayor eficiencia y menos consumo. (Santamaria , Olivas, & Dimas, 2018)

Se concluye de manera general, que, si se aplican las propuestas y recomendaciones de mejoras, estas ayudaran a la reducción en la factura de 743.4 kWh al mes, lo que representaría una reducción de los costos, aproximadamente de \$1,497.26 anuales. Además de que contribuirá a las líneas verdes que se promueve en este sector, siendo de más atracción para los turistas y personal en general. El ahorro total anual en costos monetarios, tomando en cuenta todas las mejoras es aproximadamente de \$4053.592. (Santamaria , Olivas, & Dimas, 2018)

Los antecedentes nos brinda una visión de los resultados y conclusiones obtenidas en auditorías energéticas en diferentes lugares, además nos sirven para tomar como guía o plano alguno de estos estudios ya realizados.

III. Justificación

La auditoría energética es un proceso o sistema que inspecciona, estudia y analiza los flujos de energía de un circuito eléctrico, y así establecer el grado de eficiencia de este, además busca un triple objetivo, adecuar los consumos reales de la planta a los consumos nominales, garantizando un buen mantenimiento de las instalaciones, reducir los consumos nominales con nuevas tecnologías que aumenten la eficiencia del consumo energético, minimizar la demanda del proceso optimizando la operación de los servicios energéticos.

Existen grandes empresas agropecuarias en la ciudad de Nueva Guinea y debido a su alto consumo de energía eléctrica son ideales para realizar auditorías energéticas en ellas. Al realizar una auditoría energética en “Lácteos Nueva Guinea” se pretende proponer mejoras en los hábitos de consumo de electricidad y mejoras en tecnología que permitan reducir la facturación de la energía eléctrica, esta reducción de consumo eléctrico influirá de manera directa en los egresos monetarios de la planta, y a su vez con el fin de crear satisfacción a los directores de la planta, todo esto sin afectar la productividad de Lácteos Nueva Guinea.

Lamentablemente las auditorías energéticas no son conocidas, no son muy populares en las empresas y por ende no se aplican en las plantas agropecuarias de Nueva Guinea. Así que una auditoría energética en “Lácteos Nueva Guinea” además tendría como resultado un impacto social porque acataría la atención e influiría a que otras empresas también decidan realizar estudios energéticos en ellas.

Una auditoría brinda la información necesaria para llevar a cabo un sistema de fuente de energía alternativa (energía renovable), en dependencia de los resultados se puede dimensionar y elegir el tipo de energía renovable a utilizar, esto además dará como resultado un impacto ambiental positivo, ya que reduciremos el consumo de energía eléctrica convencional.

IV. Planteamiento del Problema

4.1. Caracterización del problema

Las plantas e industrias encargadas de la producción de energía eléctrica con combustibles fósiles están contaminando de manera agresiva al medio ambiente y como si eso fuera poco, como consumidores finales de la energía eléctrica estamos contribuyendo en grandes cantidades a la contaminación, todo esto por medio del exceso de consumo de energía.

El capricho y mala educación sobre la energía nos lleva al derroche y gasto innecesario de la electricidad. Perjudicamos de manera directa la economía de nuestro hogar y nuestro país además de manera indirecta somos responsables de los desastres naturales.

4.2. Delimitación del problema

El presente estudio, centra su interés en el problema antes mencionado. Las empresas, plantas e industrias juegan un papel relevante. “Lácteos Nueva Guinea” se encuentra localizado en la ciudad de Nueva Guinea, Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS) el cual ofrece productos lácteos al mercado nacional e internacional. La planta presenta un promedio de consumo de 14,206 kwh activa, 12,160 Reactiva, 53 kw Demanda, con un precio aproximado de 180,000 córdobas por mes, la cual es un costo elevado para la empresa.

4.3. Formulación del problema

A partir de la caracterización y delimitación del problema antes expuesto, se plantea la siguiente pregunta rectora del presente trabajo.

¿De qué manera se puede aportar para la reducción de la facturación de energía eléctrica en “Lácteos Nueva Guinea”?

4.4. Sistematización del problema

Las preguntas de sistematización correspondientes se presentan a continuación:

¿Cuáles son los factores que intervienen en el consumo de energía eléctrica en “Lácteos Nueva Guinea”?

¿Qué beneficios o utilidad me puede brindar comparar el consumo histórico con un censo de carga en “Lácteos Nueva Guinea”?

¿Cuál sería la propuesta con tecnología eficiente que proporcionen considerables ahorros en materia de portadores energéticos?

V. Objetivos

5.1. Objetivo General

- Implementar una auditoria energética que aporte al uso eficiente de energía eléctrica en “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de Nueva Guinea durante el período 2019

5.2. Objetivos Específicos

1. Identificar los factores que intervienen en el consumo energético del “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de Nueva Guinea
2. Comprobar la relación entre el consumo histórico del funcionamiento energético del “Lácteos Nueva Guinea” con los datos obtenidos en el censo de carga.
3. Proponer medidas que contribuyan al ahorro energético en del “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de nueva guinea.

VI. Marco Teórico

Este punto brinda conceptos, caracterizas, y tablas que sirven para facilitar el entendimiento, se muestra de manera puntual la información útil que se necesita para tener una mayor comprensión del estudio.

6.1. Auditorías energéticas

“El conocimiento del consumo energético en las instalaciones y la identificación de los factores que influyen directamente en el consumo de energía, permiten identificar las posibilidades de ahorro energético que las empresas tienen a su alcance” (García Galludo , Ramos , & de Isabel, 2009).

Se denomina Auditoria Energética a la recolección de datos sobre el suministro y consumo de todas las formas de energía con el propósito de evaluar las posibilidades de ahorro de energía y la cuantificación de las mismas, así como para determinar la conveniencia de la oportunidad económica. (Murillo, 2009)

6.1.1. Los auditores energéticos

Son las personas que llevan a cabo las auditorías energéticas. Estos técnicos deben informar sobre las aplicaciones e interpretación de las leyes y mecanismos que rigen en la demanda, adquisición, transformación y uso de la energía, proponiendo las soluciones correspondientes para alcanzar un mismo objetivo con un mínimo gasto de esta. De manera práctica, deberán reunir las siguientes características:

- Experiencia acreditable en instalaciones consumidoras de energía del tipo que se vayan a auditar.
- Sentido práctico y conocimiento del funcionamiento de equipos y de instrumentación, así como sus aplicaciones y limitaciones.

- Buena base en los principios de ingeniería.
- Buen carácter para tratar con la gente.

Los auditores energéticos tienen que conocer el manejo de los equipos de medida experimentales aplicados a las instalaciones. Al mismo tiempo, tienen que ser siempre conscientes de las limitaciones de dichos instrumentos. El auditor debe confirmar la validez de cada dato o medición a través de balances de energía o masa, de su experiencia o de las leyes de la física. Finalmente, en base a su criterio, realizara un informe final aconsejando una optimización energética y adjuntando un estudio de viabilidad económica. (Rey Martínez & Velasco Gómez, 2006)

6.1.2. Tipos de auditorías energéticas

Existen varias maneras de clasificar las auditorías, atendiendo a diferentes puntos de vista, Rey Martínez & Velasco Gómez (2006):

1. Según la profundidad de la auditoría

- Diagnostico energético.

Estudio sobre el estado actual de las instalaciones.

- Auditoría Energética.

Estudio sobre el estado de las instalaciones, con las correspondientes propuestas de mejoras orientadas al ahorro de energía, incluyendo un estudio económico de las mismas.

- Auditoría Energética especial o profundidad.

Completa los aspectos anteriores incluyendo un estudio sobre el proceso productivo, y llegando incluso a proponer modificaciones en dicho proceso (cambios en la tecnología del proceso).

- Auditoría Energética dinámica continúa.

Es la que se realiza de un modo continuo, estando este concepto identificado con el de gestión energética en edificios.

2. Según el campo de actuación
 - En el campo de la industria.
 - En edificios ya construidos.

6.1.3. Metodologías de auditorías energéticas

El Primer paso de la auditoria es que la empresa auditada proporciona la información necesaria, para poder conocer sus instalaciones, usos y horarios y realizar una buena preparación y organización del trabajo.

Toma de Datos y Mediciones: El Segundo paso es la recopilación de toda la información y datos del hotel necesarios para la auditoria mediante la toma de datos, mediciones puntuales y mediciones durante periodos representativos.

Análisis Energéticos: En el Tercer paso se realizan los análisis energéticos, lo cuales, proporcionan una fotografía de la situación energética actual del hotel auditado, en la que se pueden identificar deficiencias y áreas de oportunidad que ofrecen un potencial ahorro tanto por mejora de su uso como por el cambio de las instalaciones.

Propuestas y conclusiones: Por último, se proponen las mejoras y actuaciones más adecuadas que puedan llevarse a cabo en las instalaciones para mejorar la eficiencia energética del Hotel y alcanzar los objetivos, valorando el ahorro que ocasionan, la inversión, el Periodo de amortización y las posibles subvenciones aplicables en cada caso. (Cortés Martínez, 2011)

6.2. Sistemas

Es un conjunto de cosas o partes afines que, ordenadas, relacionadas o dispuestas según una ley o principio, sirven a un fin o función, funcionando como un todo.

También se puede definir como “grupo de elementos o componentes interdependientes que pueden ser identificados y tratados como conjunto. En un sistema se pueden identificar entradas, procesos y salidas, entre los cuales se establecen relaciones de intercambio entre energía y materia”. (Murillo, 2009)

6.2.1. Sistema energético

Es un conjunto de dispositivos que trabajan relacionados, cada uno de ellos realizando una función específica como parte de ese todo, su función principal es proveer de energía ya sea eléctrica, térmica, radiante, sonora, mecánica, entre otras. (Murillo, 2009)

6.2.2. Sistema eléctrico

Se entiende por sistema eléctrico a un conjunto de dispositivos como cables (conductores), tomacorrientes, interruptores, medidor de energía, sistemas de protección (fusibles o breaker), etc., cuya función es proveer la energía necesaria para el arranque y correcto funcionamiento de los accesorios eléctricos tales como luces, equipos eléctricos y electrónicos, y diversos instrumentos que así lo requieran. (Murillo, 2009)

6.2.3. Sistemas de alta tensión

(66,000 V), que generalmente son utilizados por las empresas transmisoras de energía eléctrica para transportar la misma a grandes distancias. Por ejemplo la distribución de energía eléctrica en todo un país; sistema de media tensión (entre 14,000 V y 24,000 V) que es la energía transformada de alta tensión a media tensión en subestaciones comúnmente

utilizadas en Nicaragua en los diferentes departamentos para llevar la energía por las zonas urbanas o bien zonas rurales cercanas a la subestación transformadora. (Murillo, 2009)

6.2.4. Sistemas de baja tensión

Es la energía transformada de media tensión a baja tensión, mediante dispositivos especializados para tal fin. Estos sistemas eléctricos generalmente conducen tensiones de 120 V, 240 V monofásico y trifásico y 360 V trifásico. Estos sistemas se pueden ejemplificar con los sistemas de interconexión de cables que garantiza la energía eléctrica que se consume a diario en los hogares, empresas industriales, hospitales, etc. (Murillo, 2009)

6.2.5. Sistema térmico

Un Sistema Térmico es un conjunto de máquinas trabajando interconectadas por medio de tuberías o ductos. De forma general, estos sistemas térmicos se pueden dividir: Sistemas de Potencia o de Conversión de Energía y Sistemas HVAC/R (Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado/Refrigeración).

Como ejemplos en potencia se pueden mencionar: centrales de vapor o gas (calderas de vapor), centrales de bombeo, sistemas de aire comprimido, un gasoducto o un poliducto. (Catells, 2012)

En sistemas HVAC/R los ejemplos se pueden ver en aires acondicionados, sistemas de climatización, calefacción. Otras aplicaciones están en los sistemas de aislamiento térmico, usados para almacenar Oxígeno líquido (usado en clínicas y hospitales), y tuberías para transportarlo. Los Sistemas Térmicos pueden ser modelados, simulados o diseñados usando técnicas de optimización, investigación de operaciones, control óptimo, o programación dinámica, usando el análisis de su ciclo de vida. (Catells, 2012)

6.3. Energía

En física la energía se conceptualiza como la capacidad que tiene un cuerpo para realizar trabajo, movimiento, fuerza. La energía se manifiesta de diferentes maneras que son aprovechables para realización de diversas actividades que necesita la humanidad para solucionar sus problemas. (Murillo, 2009)

6.3.1. Electricidad

La electricidad es la forma de energía generada por el movimiento de los electrones a través de un conductor. Al dirigirse estos electrones por un circuito, podemos realizar trabajo. La electricidad puede producir luz, calor, magnetismo o fuerza mecánica. (Murillo, 2009)

Tabla 1: Tarifas Energéticas

 INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA ENTE REGULADOR TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE NOVIEMBRE 2019 AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR BAJA TENSIÓN (120,240 y 480 V)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Primeros 25 kWh	3.1925	
			Siguientes 25 kWh	6.8776	
			Siguientes 50 kWh	7.2032	
			Siguientes 50 kWh	9.5198	
			Siguientes 350 kWh	8.9777	
			Adicionales a 1000 kWh	14.2595	
GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1	TARIFA MONOMIA		
			0-150 kWh	5.9803	
		T-1A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	6.7664	806.2475
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Hospitales, etc.)	T-2	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	6.9970	834.0385
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc.)	T-3	TARIFA MONOMIA		
			Todos los kWh	8.1525	
		T-3A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL		
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	Todos los kWh	6.3401	
			kW de Demanda Máxima		755.7637
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	6.5465	721.1022

6.3.2. Potencia Activa

Es la potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los circuitos. Cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda. (Theodore, 2007)

6.3.3. Potencia Reactiva

Esta potencia no tiene tampoco el carácter realmente de ser consumida y sólo aparecerá cuando existan bobinas o condensadores en los circuitos, de esto se deriva que existen dos tipos de potencia reactiva: Potencia reactiva inductiva que la producen los equipos que utilizan bobinas (motores), y potencia reactiva capacitiva que la producen los condensadores o bancos acumuladores de energía. La potencia reactiva tiene un valor medio nulo, por lo que no produce trabajo útil. Por ello que se dice que es una potencia devastada (no produce vatios), se mide en voltamperios reactivos (VAR) y se designa con la letra Q. (Theodore, 2007)

6.3.4. Potencia Aparente

La potencia aparente (también llamada compleja) de un circuito eléctrico de corriente alterna es la suma (vectorial) de la energía que disipa dicho circuito en cierto tiempo en forma de calor o trabajo y la energía utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes que fluctuara entre estos componentes y la fuente de energía. (Theodore, 2007)

Esta potencia no es la realmente consumida "útil", salvo cuando el factor de potencia es la unidad ($\cos \varphi=1$), y señala que la red de alimentación de un circuito no sólo ha de satisfacer la energía consumida por los elementos resistivos, sino que también ha de contarse con la

quevan a "almacenar" bobinas y condensadores. Se la designa con la letra S y se mide en voltamperios (VA). (Theodore, 2007)

6.3.5. Factor de Potencia

Denominamos factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura, etc.

Es aconsejable que en una instalación eléctrica el factor de potencia sea alto y algunas empresas de servicio electro energético exigen valores de 0,85 y más. O es simplemente el nombre dado a la relación de la potencia activa usada en un circuito, expresada en vatios o kilovatios (kW), a la potencia aparente que se obtiene de las líneas de alimentación, expresada en voltio-amperios o kilovoltio-amperios (kVA). (Theodore, 2007)

6.4. El ahorro y la eficiencia energética

6.4.1. Ahorro energético

“Disminución de la intensidad energética mediante un cambio de actividades que requieren insumos de energía. Pueden realizarse ahorros de energía adoptando medidas técnicas, organizativas, institucionales y estructurales, o modificando el comportamiento” (Reyes Aguilera, 2016).

6.4.2. Eficiencia energética

“Relación entre la producción de energía útil u otro producto físico útil que se obtiene por medio de un sistema, un proceso de conversión o una actividad de transmisión o almacenamiento y la cantidad de energía consumida” (Reyes Aguilera, 2016).

6.4.3. Beneficios del ahorro de energía y eficiencia energética

El mundo entero ha comenzado a experimentar una nueva transición energética. El principio del fin de la era de la energía barata y abundante hace de este sector estratégico para el dinamismo de todo territorio un área prioritaria de la gestión y la planificación. A su vez, el propósito de generar desarrollo sin provocar indeseados impactos negativos, sobre todo a las poblaciones más vulnerables, exige una adecuación de las soluciones planteadas para superar los riesgos de desabastecimiento a los nuevos estándares sociales y ambientales del consumo y la producción energéticas.

La escasez (absoluta y relativa) de recursos energéticos impulsa la necesidad de emprender acciones de conservación de la energía.

El uso racional y eficiente de la energía contempla sintéticamente dos dimensiones: la social y la ambiental. Desde el punto de vista social, es necesario racionalizar el uso de la energía con fines redistributivos del recurso escaso. Se propende a evitar el consumo dispendioso y a encontrar alternativas de aprovechamiento energético para garantizar la disponibilidad de un suministro de calidad a la mayor cantidad de población posible. Vale la pena recordar que, al mismo tiempo que las reservas energéticas predominantes han comenzado a menguar, en el mundo actual millones de personas no poseen acceso a formas modernas de energía. (Furlan, 2009)

La perspectiva ambiental objeta que las formas de producción, las fuentes energéticas utilizadas y los niveles de consumo deben cambiar porque de continuar con las tendencias vigentes los daños de la matriz físico-natural serán irreparables, quedando comprometida la capacidad de reproducción material de las sociedades contemporáneas. A su vez, la elevada presión sobre el sistema de recursos naturales provoca desequilibrios ambientales que alteran las condiciones de existencia de la sociedad. (Furlan, 2009)

6.4.4. Ahorro y eficiencia energética en iluminación

Según Reyes Aguilera (2016):

Aproveche la luz natural: la luz natural se caracteriza porque reproduce muy bien los colores con lo que se evita la fatiga visual y contribuye a la comodidad en el trabajo. Pero no es conveniente la luz diurna como única fuente luminosa para los puestos de trabajo, ya que está sujeta a fuertes variaciones. Por ello es preciso un alumbrado artificial complementario, pensando siempre en el confort. Mantenimiento: la eficacia de una lámpara disminuye con las horas de utilización. Limpie con frecuencia sus luminarias y cuide de sus instalaciones. Incluya estas acciones en su plan de mantenimiento preventivo.

Zonificación y horarios: el alumbrado debe estar suficientemente zonificado, de forma que las instalaciones estén divididas en zonas (interruptores) de forma razonable por funcionamientos afines: horarios, ocupación y aportación de luz natural para no incurrir en gastos extras de iluminación, al evitar alumbrar zonas desocupadas, o superar o no llegar a las necesidades reales de iluminación.

Iluminación localizada: una buena idea. Una lámpara junto a un puesto de trabajo permite poder prescindir, en algunos casos, de la iluminación general y puede facilitar que se cumplan las exigencias de cantidad de luz para tareas concretas.

Concienciación de los trabajadores: implique a todo el personal. Implante una cultura de la eficiencia energética en su empresa mediante formación e información a los trabajadores. Favorezca el acceso a documentación técnica sobre ahorro de energía.

6.4.5. Ahorro y eficiencia energética en equipos de oficina

Apague los equipos cuando no los esté utilizando, ordenador, impresoras, escáner, etc. Si un ordenador tiene que dejarse trabajando muchas horas, puede apagar la pantalla, que es lo que más consume. Apagar por las noches los equipos que no necesitan funcionar puede suponer un ahorro del 10%.

Escoja los equipos de menor consumo energético. Por ejemplo, los ordenadores portátiles y las pantallas planas consumen menos energía. Compruebe el etiquetado y rendimiento energético de cada equipo.

Para pausas cortas desconecte la pantalla de su pc, que es la responsable de la mayor parte del consumo energético. Ahorrará energía y evitará tener que reinicializar todo el equipo.

Active las funciones de ahorro energético que para que el ordenador se apague de forma automática cuando detecta que no se está usando, pero asegúrese de comprobar que está bien programado.

6.4.6. Ahorro y eficiencia energética en sistemas eléctricos industriales

Automatice su proceso: la automatización como herramienta para el ahorro energético. Dado que la automatización e instrumentación es cada vez más común en las industrias de diversos tipos, es importante conocer como éstas pueden ser usadas como unas herramientas poderosas para alcanzar la eficiencia energética en una empresa.

Apague los equipos: establezca procedimientos que aseguren el apagado de la maquinaria cuando no se trabaje con ellas. Señalice los lugares estratégicos indicando los equipos que deben quedar apagados.

6.4.7. Ahorro y eficiencia energética en climatización de instalaciones

Mejore el aislamiento: la cantidad de calor y frío que va a necesitar para mantener las condiciones de confort va a depender en buena medida del nivel de aislamiento térmico. Puede mejorar el aislamiento de distintos elementos constructivos, como tejado, fachada, ventanas, puertas, etc.

Utilice equipos eficientes: la nueva generación de equipos de generación (frío/calor) dispone de medidas eficiencia energética. Por ejemplo, calderas de baja temperatura y calderas de

condensación. Incorpore la eficiencia energética en los criterios de elección de un nuevo equipo.

Aproveche los sistemas de recuperación de calor. El calor residual en los efluentes de los procesos industriales supone una importante pérdida de energía térmica en la industria. El aprovechamiento de este calor aumenta significativamente la eficiencia energética de los equipos y la eficiencia global de la planta.

Mejore los sistemas de distribución de la climatización: el aislamiento de las tuberías de distribución disminuye las pérdidas térmicas que hacen que el consumo de energía sea mayor del necesario.

Ahorre en la producción de ACS: Si bien, el uso de agua sanitaria caliente no constituye un gran consumidor de energía en la empresa, también puede acometer medidas de ahorro en este concepto mediante la instalación de válvulas termostáticas para la limitación y regulación de temperatura, mejorar el aislamiento de tuberías y depósitos, sustitución de elementos obsoletos y control de fugas.

6.5. Refrigeración

“Un sistema de refrigeración consiste en una máquina refrigeradora y una serie de dispositivos para aprovechar el frío “producido” en realidad, la absorción de cal” (Lesur, 2012).

Tabla 2: Cargas Térmicas

Propiedades Físicas de Alimentos Para Refrigerar				
Producto	Temperatura Promedio de Congelación F°	Porcentaje de agua del alimento	Calor específico BTU/lb F°	
			Arriba del Punto Congelación	Abajo del punto de congelación
Queso Americano	17	60	0.64	0.36
Queso Camambert	18	60	0.7	0.4
Queso Limburger	19	55	0.7	0.4
Queso Suizo	15	55	0.64	0.36

(Martinez, 2019)

6.5.1. Refrigeración ambiental

Dentro de los sistemas de refrigeración también tenemos los, que se utilizan para bajar la temperatura de los ambientes habitables. Puede hacerse con: aparatos unitarios (llamados de ventana) que sirven para un solo local, aparatos partidos (Split), en los que hay un aparato que contiene el compresor, el condensador y la válvula, y que se sitúa en un lugar donde el ruido del compresor no moleste y pueda disipar fácilmente el calor, y otro, u otros, aparato/s con un evaporador y un ventilador, situado en los locales a enfriar (Lesur, 2012).

6.5.2. Ventilación natural

La ventilación natural, una medida denominada pasiva, permite refrigerar y renovar el aire interior de los edificios, sin realizar ningún consumo energético. Gracias a este tipo de soluciones se pueden conseguir ahorros energéticos de entre el 10 y el 30% en concepto de refrigeración. (Izard y Jean Louis y Guyot, 1998)

6.6. Iluminación

Es la cantidad de luz proveída a un ambiente. La cantidad de luz es expresada básicamente por tres tipos de unidades: watts, lúmenes y lux.

El watt es la unidad de medida de la potencia eléctrica y define la tasa de consumo de energía de un dispositivo eléctrico en funcionamiento. La cantidad de watts consumido representa la entrada eléctrica al elemento de iluminación. La salida de componente de iluminación es medida en lúmenes, la cantidad de lúmenes representa su brillo. El número de lux, dice acerca de que cantidad de luz llega al área de trabajo. Los lux son el resultado final de los watts (potencia eléctrica) que se convierten a lúmenes, la cantidad de lúmenes que salen del aparato de alumbrado y alcanzan el área de trabajo (I Casals, y otros, 2011).

6.6.1. Confort

Las construcciones arquitectónicas que nos sirven de vivienda y lugar de trabajo son esencialmente elementos creadores y modificadores del clima. La protección que nos ofrecen de las fluctuaciones de los agentes atmosféricos exteriores como temperatura, humedad, viento, insolación, etc. permite al ser humano desarrollar su actividad diaria en unas condiciones de confort adecuadas. Los parámetros ambientales de confort son manifestaciones energéticas que expresan las características físicas y ambientales de un espacio habitable, independientemente del uso del espacio y de sus ocupantes. Estos parámetros pueden ser específicos de cada uno de los sentidos (térmicos, acústicos o visuales) y esto permitirá que en muchos casos se puedan calcular con unidades físicas ya conocidas (°C para el confort térmico, lux para el confort lumínico, decibelios para el confort acústico y concentración de contaminantes para el confort higiénico) (I Casals, y otros, 2011).

6.6.2. Confort lumínico

Es la consecuencia del reparto de energía en las diferentes longitudes de onda del espectro: para tener una buena reproducción del color, la luz ha de tener energía suficiente en todas

ellas. La sensibilidad más alta del ojo humano corresponde al color amarillo-verdoso. (Shigley, 2004)

Tabla 3: Iluminación recomendada por área

Niveles de iluminación recomendados para tareas visuales. (Anónimo., 2008).

Edificio/ tipo de entorno	Rango guía de Luminancia (lux)
Interiores de Instituciones	
Hospitales (Áreas generales)	110-160
Laboratorios/ Áreas de tratamiento	540-1100
Bibliotecas	330-1100
Auditorios/Montajes	160-330
Despachos/Oficina	330-1100
Lecturas y escrituras	540-810
Corredores	100-200
Salas con computadores	220-540
Restaurantes (Áreas de cenar)	220-540
Almacenes	220-540
Exteriores	
Seguridad de edificios	10-50
patios traseros	50-330
Estacionamientos	10-50

6.6.3. Calidad de iluminación

La calidad de la iluminación, dependerá de los siguientes factores principales:

6.6.4. Color

El color influye sobre la calidad de iluminación. Las fuentes de luz son especificadas considerando dos parámetros relacionados al color: índice de reproducción de color (CRI) y temperatura del color (CCT).

En el mercado existen diferentes tipos de lámparas poco eficientes que se utilizan para iluminación artificial, principalmente lámparas de descargas que tienen distintas características lumínicas y energéticas como: vapor de mercurio alta presión, vapor de sodio

alta presión, vapor de sodio baja presión, halogenuros metálicos, halógenos, fluorescentes, incandescentes, bajo consumo, entre otros. (Marincoff, 1997).

6.6.5. Índice de reproducción del color

Provee de una indicación de cómo se presentan los colores con una determinada fuente de luz. El rango del índice comprende de 0 a 100. Cuando mayor el índice resulta más sencillo distinguir el color. Es de extrema importancia que se utilicen fuentes de luz con un CRI elevado en aquellas tareas visuales que requieren que los usuarios definan correctamente los colores (I Casals, y otros, 2011).

6.6.6. Temperatura del color

Describe el color de la fuente de luz, el CCT (medido en grados kelvin) es una representación del color que un objeto (cuerpo negro) podría radiar a una determinada temperatura por ejemplo un cable que está siendo calentado primero se vuelve rojo (CCT = 2000 k), cuando se torna más caliente se vuelve blanco (CCT = 5000 k), y finalmente azul (CCT = 8000 k) (I Casals, y otros, 2011).

6.6.7. Luz natural

La disponibilidad de luz natural en los pasillos y vestíbulos, crea ambientes interiores más agradables y a la vez que reduce gastos en consumos para iluminación artificial. También puede permitir la colocación de algún tipo de vegetación interior que se pueda utilizar en épocas de calor para tener ambientes más frescos. (Rey Martínez & Velasco Gómez, 2006)

6.7. Tipos de mantenimientos:

6.7.1. Mantenimiento predictivo

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento predictivo es el que está basado en la determinación del estado de los aparatos en operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo cambiar o reparar la máquina en una parada cercana, detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos. (Huerta, 2013).

6.7.2. Mantenimiento preventivo

Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados. El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. (Huerta, 2013)

6.7.3. Mantenimiento correctivo

Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo. (Huerta, 2013)

6.8. Energías alternativas

Se consideran energías renovables aquellas que se pueden reutilizar de nuevo y son inagotables. Las energías renovables se clasifican atendiendo a sus características principales, como son su grado o nivel de contaminación a que den lugar en su lugar de procedencia, obtención y utilización.

Las energías renovables se presentan como una alternativa frente a las energías convencionales, algunas de ellas, muy contaminantes. (Viloria, 2013)

6.8.1. Integración de energías renovables en edificios

El uso de energías renovables está ligado a estrategias políticas que dependen del contexto nacional y de los yacimientos potenciales. Las opciones varían según los países, pero coinciden en asociar (bombas de calor, colectores solares para el agua caliente sanitaria, cogeneración de gas) con tecnologías más innovadoras, con una amortización a más largo plazo (células fotovoltaicas y aerogeneradores). (Rey Martínez & Velasco Gómez, 2006)

6.8.2. Autogeneración o autoconsumo de energía

“Aquellos casos donde un consumidor produce energía eléctrica para sí mismo, para su consumo total o parcial, aunque este tipo de generación también es considerado como generación distribuida” (Colmenar Santos, Borge, Collado, & Castro Gil, 2016).

6.8.3. Energía solar

La energía solar es la energía obtenida directamente del sol. Aparte de su uso como fuente de iluminación, la radiación solar que incide en la tierra puede aprovecharse de dos maneras: transformación de la radiación solar en calor y transformación de la radiación solar en energía eléctrica. (Martínez, 2010)

6.8.4. Energía solar fotovoltaica

Las células fotovoltaicas transforman la energía solar en electricidad gracias a semiconductores fabricados con compuestos de silicio. Situadas en fachadas o el tejado de un edificio, los paneles fotovoltaicos producen electricidad para el consumo interno o a la alimentación a la red eléctrica. Pueden integrarse en la composición arquitectónica o servir de elemento creador de sombra, de coste aun elevado, el panel solar recibe importantes estímulos económicos por parte de la administración. Podrían tener aplicaciones particularmente interesantes en los países en vías de desarrollo con mucho sol que no disponen de otras fuentes de energía. (Rey Martínez & Velasco Gómez, 2006)

6.8.4.1. Componentes principales de un sistema solar fotovoltaico

Los componentes de un sistema solar fotovoltaico pueden incluir un conjunto de módulos o paneles solares, controlador o regulador de carga, banco de baterías, inversor, además de elementos de montaje, cableado, accesorios de conexión, etc.

6.8.4.2. Acumuladores de Energía (Baterías)

Un acumulador o batería es un dispositivo electroquímico capaz de transformar una energía potencial química en energía eléctrica.

Su función es de almacenar la energía entregada por un módulo solar fotovoltaico y suministrar esa energía cuando se solicite, la energía es almacenada en forma química.

6.8.4.3. Controladores de Carga

El controlador de carga o regulador de carga es el cerebro del sistema solar fotovoltaico, su función es de monitorear y regular la energía que entra y sale de la batería permitiendo una carga eficiente de la misma, el controlador de carga evita la sobrecarga y sobre descarga alargando la vida útil de la batería. Además, se encarga de indicar el estado de funcionamiento del sistema FV.

Normalmente se utilizan controladores de 100% estado sólido (circuitos electrónicos) y su capacidad se mide normalmente en Amperios (A).

6.8.4.4. Inversores de Corrientes

Inversor de corriente: Es llamado también inversor de carga, su función es de convertir la energía de corriente continua a energía de corriente alterna.

6.8.4.5. Conductores eléctricos (cableado)

Técnicamente los materiales por los que fluye la corriente eléctrica se denominan conductores. Los conductores que se utilizan para transportar la energía eléctrica de un lugar a otro por lo general son conocidos como, alambres o cordones.

6.8.4.6. Código de Colores

Los cables y alambres por lo general tienen un aislamiento plástico de alguno de los siguientes colores: blanco, negro, verde y rojo. El aislamiento café es menos común pero también tiene presencia en el mercado.

Los colores son utilizados para facilitar la edificación de los alambres o cables por el electricista o la persona que hace las instalaciones eléctricas. Generalmente los colores se utilizan de la siguiente manera:

Blanco: Neutro

Negro, rojo o café: Activo con carga completa de voltaje. (Tercero, 2020)

6.8.5. Energía solar térmica

“Consiste en transformar la radiación solar en calor, que puede aprovecharse para producir agua caliente destinada al consumo doméstico (calentamiento de piscinas, agua caliente sanitaria, calefacción refrigeración por absorción)” (Martínez, 2010).

Otro concepto, destaca lo siguiente; consiste en la captación de la radiación del sol y su transformación en calor para su aprovechamiento en diversas aplicaciones. Esta transformación se realiza por medio de unos dispositivos específicamente diseñados denominados colectores solares. Un colector solar es un dispositivo capaz de captar la energía

que aporta la radiación solar, utilizándola para calentar un determinado fluido (que es generalmente agua) a una cierta temperatura. (Ignacio Zabalza Bribián, 2009)

6.8.6. Energía de la biomasa

La biomasa abarca todo un conjunto heterogéneo de materias orgánicas, tanto por su origen como por su naturaleza. En el contexto energético, el término biomasa se emplea para denominar una fuente de energía renovable basada en la utilización de materia orgánica formada por vía biológica en un pasado inmediato o de los productos derivados de esta. También tiene consideración de biomasa la materia orgánica de las aguas residuales y los lodos de depuradora, así como la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (RSU), aunque dadas las características específicas de estos residuos se suelen considerar como un grupo aparte. (Fernández, 2007)

VII. Hipótesis

La implementación de la auditoria energética en “Lácteos Nueva Guinea” disminuirá el costo de la factura eléctrica siempre y cuando se pongan en práctica las recomendaciones que serán brindadas.

VIII. Diseño Metodológico

8.1. Tipo de estudio

El uso de instrumentos de recolección y análisis de datos en el presente estudio se fundamentan en los métodos cuantitativos de investigación.

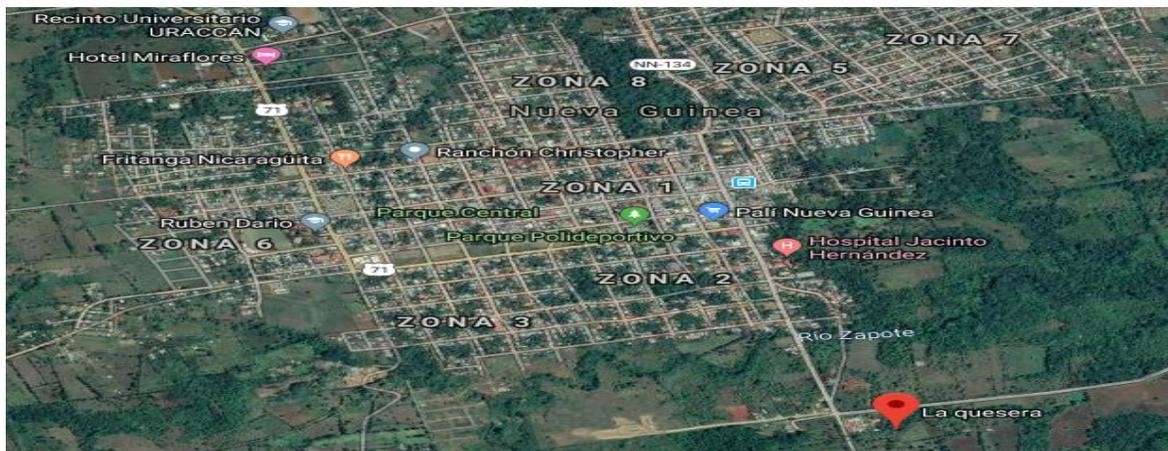
De acuerdo al método de investigación el presente estudio es observacional (Pedroza Pacheco, 1993) y según el nivel de profundidad del conocimiento es descriptivo (Piura López, 2006). De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es retro-prospectivo, por el período y secuencia del estudio es transversal y según el análisis y alcance de los resultados el estudio es analítico y predictivo (Pineda, De Alvarado, & Hernández De Canales, 1994).

8.2. Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo en “Lácteos Nueva Guinea” que se encuentra ubicado en la parte sur de la ciudad Nueva Guinea.

El presente mapa fue extraído de la aplicación google maps con el fin de representar gráficamente la ubicación de la empresa Lácteos Nueva Guinea (La quesera).

Ilustración 1: Ubicación de Lácteos Nueva Guinea (La quesera)



8.3.Área de Conocimiento

El área de estudio a la que pertenece el tema de la presente investigación es el Área: Energías Renovables y responde a la Línea de Investigación N°4: Eficiencia Energética, con el tema, de Auditoria Energética, dentro de las líneas definidas por el Centro de Investigación de Energías Renovables (CIER).

8.4.Universo y Muestra

Los universos de estudio serán todas las acopiadoras de leche (lecheras) de la ciudad de Nueva Guinea. Existen 2 lecheras encargadas de brindar los mismos productos, pero al mercado nacional y Lácteos Nueva Guinea es el único que ofrece su producto al mercado internacional. Se tomó como muestra “Lácteos Nueva Guinea” ya que este permitió realizar el estudio.

8.5. Definición y operacionalización de variables

Objetivo General: Implementar una auditoria energética en “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de Nueva Guinea para la disminución de la facturación de la energía eléctrica.

Tabla 4: Definición y operacionalización de variables

Objetivos	Variables	Indicador	Instrumentos
1: Identificar los factores que intervienen en el consumo energético de “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de Nueva Guinea	Estado General de los equipos y sistema eléctrico	Estado del sistema eléctrico en el que se encuentra cada área del edificio	Registros de datos
2: Comprobar la relación entre el consumo histórico del funcionamiento energético del “Lácteos Nueva Guinea” con los datos obtenidos en el censo de carga.	Consumo energético se toma en cuenta el consumo de energía en la iluminación, climatización y demás equipos.	Potencia activa, reactiva y demanda	Registros de datos
3: Proponer medidas que contribuyan al ahorro energía eléctrica en “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de Nueva Guinea.	Alternativas de ahorro energético	Instrumentos para reducir la cantidad de energía requerida	Hoja de campo, guía de observaciones
		Condiciones y políticas energéticas que rigen los suministros de energía eléctrica	

8.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Un buen instrumento determina en gran parte la calidad de la información, siendo ésta la base para las etapas subsiguientes (resultados y conclusiones). Al conocer y definir los objetivos, enfoques y variables se procede a determinar y plantear cuidadosamente los métodos y técnicas de recolección de datos.

La observación se utiliza como instrumento o método de estudio: Es hacer un registro visual de lo que ocurre en una situacional real, clasificando y consignando los acontecimientos pertinentes. Se debe tener destreza en el registro de datos, diferenciando los aspectos significativos de la situación y los que no tienen importancia de acuerdo al problema que se estudia, debe ser planificado cuidadosamente para que reúna los requisitos de validez y confiabilidad.

Este estudio basa su recolección de datos aplicando el método de observación no participante: ocurre cuando el investigador no tiene ningún tipo de relaciones con los sujetos que serán observados ni forma parte la situación en que se dan los fenómenos en estudio. La observación será estructurada, porque se dispone de un instrumento estandarizado o estructurado para medir las variables de estudio de una manera uniforme. (Pineda, De Alvarado, & De Canales, 1994)

Cuantitativo:

La recolección se basa en instrumentos estandarizados. Es uniforme para todos los casos. Los datos se obtienen por observación, medición y documentación. Se utilizan instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos o se generan nuevos basados en la revisión de la literatura y se prueban y ajustan. Las preguntas, ítems o indicadores utilizados son específicos con posibilidades de respuesta o categorías predeterminadas. (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Bautista Lucio, 2014)

8.7.Procedimiento para la recolección de datos e información

Para lograr el objetivo específico número 1: **Identificar los factores que intervienen en el consumo energético del “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de Nueva Guinea.**

Se le planteo al gerente las condiciones y tiempo para llevar a cabo el estudio además se pidieron los permisos y protocolo a seguir para poder conocer las instalaciones, usos y horarios de la planta.

Una buena planificación es el resultado de una buena organización en la auditoria. Así que se visitó el lugar, se elabora un plan de acción, donde detalle cómo y cuándo actuar en las distintas áreas para la recolección de los datos.

Se realizó una respectiva recopilación de toda la información, mediante la toma de datos, mediciones puntuales y mediciones durante periodos representativos.

Para lograr el objetivo específico número 2: **Comprobar la relación entre el consumo histórico del funcionamiento energético del “Lácteos Nueva Guinea” con los datos obtenidos en el censo de carga.**

Se realizó un censo de carga donde se terminaron datos como: potencia, horas de uso de los aparatos y vida de los equipos esto por cada una de las áreas y a su vez por todos los equipos y luminarias, esto con el fin de obtener la potencia instalada, el consumo diario y mensual de energía. y toda la información necesaria para poder elaborar el diagnostico.

Se solicitó el historial de consumo en la empresa Disnorte-Dissur para luego proceder realizar una base de datos donde muestre la potencia consumida (demanda) en cada mes por la “Lácteos Nueva Guinea”.

Luego se procedió a una comparación entre los consumos de energía y el censo de carga realizado esto para lograr a proceder o bien a realizar los respectivos cálculos para determinar de manera precisa, cuál será la potencia suministrada por el banco de transformadores.

Para lograr el objetivo específico número 3: **Proponer medidas que contribuyan al ahorro energético en del “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de nueva guinea.**

Se realizará una observación minuciosa de cada una de la tecnología con la que cuenta la “Lácteos Nueva Guinea” el estado de esta tecnología será evaluada para así poder luego recomendar en caso de ser necesario tecnología que hagan la misma función, pero de manera más eficiente

Además, en este punto se propone las mejoras y actuaciones más adecuadas que puedan llevarse a cabo en las instalaciones para mejorar la eficiencia energética de Lácteos Nueva Guinea y contribuir al ahorro energético.

8.8.Plan de tabulación y análisis

Los datos cuantitativos son datos que miden o calculan un algo para llegar a un punto en su investigación. Estos datos nos dicen a través de números una explicación para alguna tendencia o resultados de algún experimento. Lo vital en estos tipos de datos es saber cómo interpretarlos y darles un análisis que tenga lógica para la investigación. Lo que se hace es buscar un instrumento de medición, para que estos resultados tengan validez y confiabilidad, así la investigación no se ve perjudicada por cómo se manipulan estos datos. Cuando uno sabe cómo medir los datos hay que ver los resultados y darles un análisis apropiado.

La estadística sirve para reducir, resumir, organizar, evaluar, interpretar y comunicar la información numérica. Esto es lo que le da sentido a una serie de datos que sin ser sometidos a estos procesos no tendrían significado.

Calendario de actividades

Tabla 5: Cronograma de trabajo

Etapas	Actividades	2019				2020	
		Junio	Julio	Agosto	Diciembre	Enero	Febrero
Etapa 1	Elaboración de protocolo de Investigación						
Etapa 2	Defensa del protocolo						
Etapa 3	Ejecución de protocolo (Recolección de datos)						
	Procesamiento de datos						
Etapa 4	Elaboración de informe final de investigación						
Etapa 5	Defensa de informe final de investigación						

8.9.Presupuesto del Estudio

El tipo de cambio oficial del Córdoba Nicaragüense con el Dólar Americano el 20 de agosto del 2019, según el banco central de Nicaragua (BCN), es de 33.34.

Tabla 6: Presupuesto de Trabajo

Cocepto	Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario \$	Cantidad	Costo total \$
Viaje al sitio	Viaje ida	unidad	0.4	6	2.4
	Viaje regreso	unidad	0.4	6	2.4
Alimentación	Desayuno	unidad	2	6	12
	Almuerzo	unidad	3	6	18
Materiales	Lapiceros	unidad	0.2	1	0.2
	Papel bond	unidad		1	0
	Libreta de anotación	unidad	0.1	1	0.1
Equipos	Multímetro	unidad	29.99	1	29.99
	Luxómetro	unidad	33.99	1	33.99
	Cinta métrica	unidad	4	1	4
	Desarmador estrella	unidad	1	1	1
	Desarmador herradura	unidad	1	1	1
	Tenasa	unidad	3	1	3
	Guantes	unidad	5	1	5
Total \$					113.08

IX. Análisis de resultados

En relación al primer objetivo específico: Identificar los factores que intervienen en el consumo energético de “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de Nueva Guinea.

Diagnóstico del estado del sistema eléctrico

Después de una observación minuciosa de cada uno de los componentes del sistema eléctrico, se logró detectar los siguientes casos que influyen de manera drástica en el consumo de energía eléctrica y a su vez en los ingresos monetarios:

El banco de transformadores con el que cuenta la empresa es de 3x50 Kva con una conexión Delta-Estrella que brinda 120-240v 3-fases. La energía suministrada está muy por arriba de la demanda, y como resultado tenemos un factor de potencia debajo de los valores permitidos, El factor de potencia actual es de 0.75 y el valor mínimo permitido es de 0.85 según la empresa distribuidora de electricidad DISSUR.

El panel de control central se encuentra en perfectas condiciones y cada una de las fases del circuito se encuentra bien distribuido en los sub panel, es decir sus cargas están equilibradas, pero **se tiene que destacar que el banco de compensación se encuentra deshabilitado.**

Las tomas corrientes de todo el sistema se encuentran bien instalados y todos están conectados a tierra, la tubería Conduit de PVC y de EMT están en buen estado, así como también sus cajas metálicas de 2x2 y 2x4 y también los debidos conductores AWG.

Equipos y mantenimiento:

Se observó que cada uno de los equipos como motores, bombas de agua, compresores y equipos de oficina se encuentran en buen estado y su mantenimiento es constante, todo esto se debe a que hay 2 personas responsable en el área de mantenimiento eléctrico. Los equipos de oficina se encontraban limpios y en perfecto estado.

La empresa cuenta con un generador de emergencia. Este generador ya ha sido reconstruido una vez en el cual tuvo muchas modificaciones, esto significa que las especificaciones originales eléctrica del generador no son las mismas. El generador enciende, trabaja y produce energía, pero cabe mencionar que no se encuentra en buenas condiciones, el desgaste, y la oxidación son notorias, además la energía producida no es lo suficiente para abastecer ni siquiera 2/3 de la demanda de la empresa.

Planos del edificio:

La empresa cuenta con un plano arquitectónico, pero no cuenta con un plano eléctrico.

Sistema de refrigeración y climatización:

La empresa cuenta con tres cuartos fríos uno de ellos con diferentes dimensiones, el objetivo de estos es refrigerar el queso y quesillo producido en la planta. Estos cuartos fríos son hechos artesanalmente ya que la estructura de ello es un container y en el acoplado un sistema de refrigeración. Estos container están fabricados de metal, esto quiere decir que no son ideales para ser usados como cuartos fríos debido al alto nivel de transferencia de calor que poseen y esto es muy notable ya que por la parte exterior al tocarlo se puede sentir y apreciar la transferencia de temperatura.

Al realizar las mediciones de temperaturas se identificó que el área donde el quesillo es fundido y el área de descremadora la temperatura no es la adecuada para el trabajo, ya que esta área en horas de uso llegar a tener temperaturas muy elevadas.

Sistema de iluminación:

En las áreas donde funden el quesillo existe un bajo nivel de iluminación al igual que en el área de prensado del queso, así como también el color de la iluminación no es la adecuada para el tipo de trabajo, además se logró a notar dejan muchas lámparas encendidas, aunque estas no se estén ocupando.

La empresa está optando a los recursos de energías renovables en el área de iluminación ya que cuentan con siete faros LED solares de 60w cada uno, estos son completamente autónomos y están distribuidos en el predio de la empresa.

Tabla 7: Especificaciones de temperatura y lux por área

Especificaciones Lux, Area y Temperatura de Lacteos Nueva Guinea													
Itm	Zona	Ancho (m)	Largo (m)	Temperatura (°C)	Luminosidad (Lux)	Observaciones Lux				Observaciones Temperatura			
						Mala	Regular	Buena	Muy Buena	Mala	Regular	Buena	Muy Buena
1	Área de Quesillo	5.45	14	34.8	75	x				x			
2	Área de pasterización	5.1	11.45	28	105		x					x	
3	Área de Descremadora	6.4	14	32	90		x			x			
4	Área de Acopio	3.17	7	27	350				x			x	
5	Área Empaque de Quesillo	3	6.95	26	280				x				x
6	Área Empaque Queso	5	5	28	300				x			x	
7	Área de Maquinas	3.2	21	28	320				x			x	
8	Cuartos Fríos	2.6	14.5	-5	110		x						
9	Área de Laboratorio	3.28	3.2	22	290				x				x
10	Área de Prensa del Queso	7.7	10.58	29	85	x					x		
11	Área de Oficinas	6.1	11.3	28	210			x				x	
12	Área de Baños de mujeres	3.5	11.3	27	210			x				x	
13	Área de Baños de Hombres	3.5	11.3	28	280				x			x	
14	Área de Bodegas 1,2 y 3	3	7.4	28	110		x				x		
15	Área de Cocina	6	7.5	29	110		x				x		

Tabla 3. Especificaciones de temperatura y lux por área

En relación al segundo objetivo específico: Comprobar la relación entre el consumo histórico del funcionamiento energético del “Lácteos Nueva Guinea” con los datos obtenidos en el censo de carga.

Se realizó un censo de carga por cada una de las áreas y a su vez por todos los equipos y luminarias, esto con el fin de obtener la potencia instalada, el consumo diario y mensual de energía.

Se solicitó el historial de consumo en la empresa Disnorte-Dissur para luego proceder realizar una base de datos donde muestre la potencia consumida(demanda) y potencia reactiva en cada mes por la “Lácteos Nueva Guinea”.

Tabla 8: Historial de consumo de electricidad y recargo (multa) por factor de potencia de “Lácteos Nueva Guinea del año 2019”

Ists.	Tipo de consumo	Consumo kw/h	Fecha de factura	Factor de potencia	Recargo P/Factor potencia C\$	Importe C\$
1	Reactiva	10560	ene-19	0.83	2471.44	163064.78
	Demanda kw BT	56000				
	Activa Kwh BT	15600				
2	Reactiva	9200	feb-19	0.83	2213.41	146116.04
	Demanda kw BT	52800				
	Activa Kwh BT	13520				
3	Reactiva	5760	mar-19	0.92	0	144251.07
	Demanda kw BT	47200				
	Activa Kwh BT	14000				
4	Reactiva	13840	abr-19	0.75	12710.96	180032.69
	Demanda kw BT	55200				
	Activa Kwh BT	15600				
5	Reactiva	12560	may-19	0.74	11706.77	153083.69
	Demanda kw BT	68800				
	Activa Kwh BT	14000				
6	Reactiva	14160	jun-19	0.73	16598.34	197301.77
	Demanda kw BT	68800				
	Activa Kwh BT	15200				
7	Reactiva	15840	jul-19	0.71	19283.29	201320.17
	Demanda kw BT	57600				
	Activa Kwh BT	16080				
8	Reactiva	14480	ago-19	0.72	16935.52	188337.89
	Demanda kw BT	55200				
	Activa Kwh BT	14880				
9	Reactiva	12480	sep-19	0.73	14879.85	178281.8
	Demanda kw BT	57600				
	Activa Kwh BT	13200				
10	Reactiva	10240	oct-19	0.74	11669.83	151013.08
	Demanda kw BT	47200				
	Activa Kwh BT	11360				
11	Reactiva	10720	nov-19	0.77	9507.13	165223.38
	Demanda kw BT	50400				
	Activa Kwh BT	12800				
12	Reactiva	12760	dic-19	0.75	13113.48	185467.87
	Demanda kw BT	52000				
	Activa Kwh BT	14240				
Consumo medio Mensual		14206.66667				
Total recargo P/factor de potencia en el 2019					131090.02	

Como se aprecia en la tabla 4. En el año la empresa “Lacteos Nueva Guinea” recibió un cargo total o bien multa total de 131,090.02 córdobas nicaragüenses en el año 2019 esto debido al bajo factor de potencia que se obtenida por mes a lo largo del año.

Luego realizamos una comparación entre los consumos de energía y el censo de carga realizado esto para lograr a proceder o bien a realizar los respectivos cálculos para determinar de manera precisa, cuál será la potencia suministrada por el banco de transformadores.

Tabla 9: Consumo diario y mensual de energía eléctrica

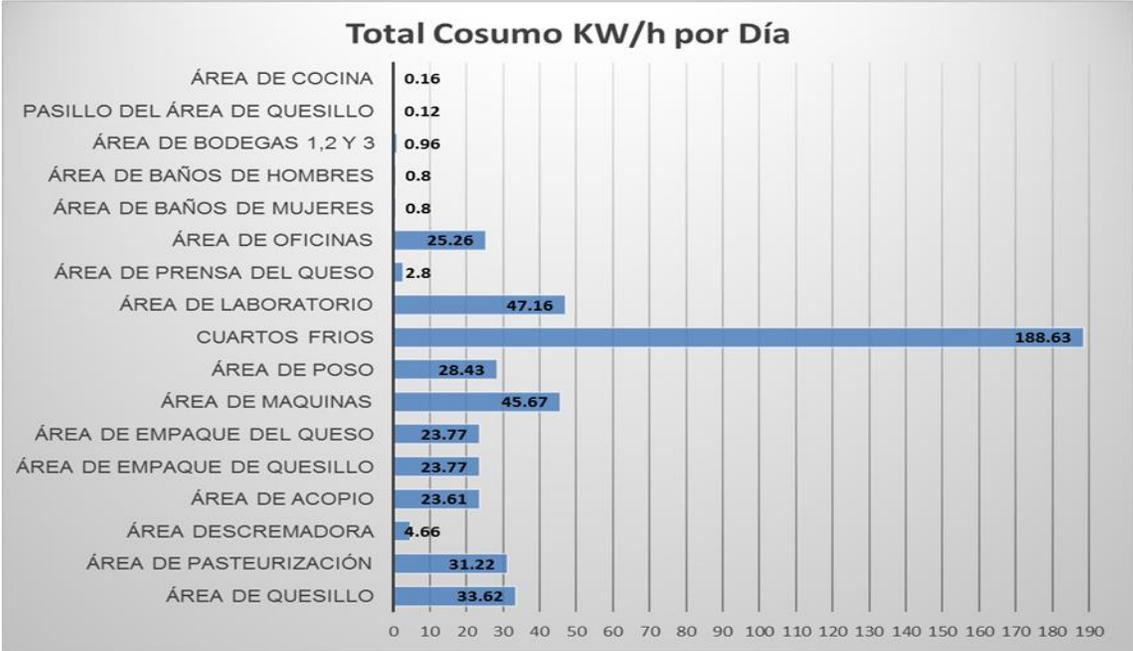
lts	Descripción	Total Potencia (kw)	Total Energia/dia (KW/h)
1	Equipos, bombas y motores	96.62233	451.6845
2	Iluminación	3.861	29.568
Total Potencia en la Empresa		100.48333	
Total Energia Consumida/dia por la Empresa			481.2525
Total Energia Consumida/mes por la Empresa			14437.575

Con los datos obtenidos en este objetivo se puede notar que la potencia reactiva es muy elevada y el factor de potencia muy bajo.

Ya que no se optó por una modificación en el banco de transformadores debido a su alto costo, para una corrección del factor de potencia se tomó la instalación de un banco de capacitores de 45.40 Kvar, ya que es un sistema tres-fases se recomienda tres capacitores de 15 kva cada uno. Dato obtenido por medio de los debidos cálculos realizados.

En relación al tercer objetivo específico: Proponer medidas que contribuyan al ahorro energético en del “Lácteos Nueva Guinea” de la ciudad de Nueva Guinea.

Ilustración 2: consumo de energía en cada una de las áreas



Factor de potencia:

La instalación de un banco de compensación (banco de capacitores) y la disminución de la potencia suministrada ayudará a tener un factor de potencia de 0.90 y como resultado este tendrá una disminución del costo monetario reflejado en la factura eléctrica.

Iluminación:

El cambio de todas las luminarias ahorrativas y faros de mercurio por lámparas LED contribuirá notablemente al ahorro de energía y costo.

Climatización:

Como mejoramiento se puede forrar el interior de los cuartos fríos con lana de fibra de vidrio, este ayudara a que la transferencia de calor al exterior sea menor y como resultado tendremos un menor consumo de energía.

Además, se recomienda para los cuartos fríos instalar aires acondicionados de 80000 Btu es decir de menor capacidad a la actual.

Energía renovable:

Mediante la visita al lugar se logró a determinar que la Energía Renovable adecuada para la empresa será la energía solar fotovoltaica, debido a que el lugar tiene buenos índices de radiación solar y además se cuenta con el espacio suficiente para llevar a cabo un proyecto solar fotovoltaico. Se centrará el sistema solar fotovoltaico para abastecer toda la demanda que hay por parte de la iluminación en la empresa.

Tabla 10: Presupuesto para el sistema solar fotovoltaico

Itm	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
1	Panel Solar Bauer 330W 36v	Unidad	23	160	3680
2	Bateria Trojan 225ah 6v	Unidad	12	310	3720
3	Controlador de Carga MPTT Victron 150/70	Unidad	3	950	2850
4	Inversor GP Power System 12000w 48v	Unidad	1	750	750
5	Combinador Solar 6 circuitos	Unidad	1	340	340
6	Estructura para paneles	Set	1	250	250
7	Conductores para generación	set	1	180	180
Gran Total					11770

X. Conclusiones

La auditoría energética obtuvo el resultado principal deseado, que es brindar aportes que ayuden al confort de trabajo de la empresa y que ayude a la disminución del consumo de electricidad que a su vez disminuya el costo monetario por el consumo de energía eléctrica.

El confort lumínico debe de mejorar en unas áreas, también se resalta que la iluminación en partes es muy buena. Para el ahorro de energía se debe tomar acciones con el cambio de luminarias a tecnología led. Un punto muy importante y que tiene que ser prioridad para la empresa es en la parte de temperatura, ya que existen áreas en las que la temperatura es demasiado elevada, se deben tomar las acciones recomendadas para disminuir la temperatura.

Al comparar el consumo histórico con el censo de carga se determinó un aspecto que es realmente emergente en el cual la empresa debe de tomar acciones a lo inmediato y es en la parte del banco de compensación (banco de capacitores). Es necesario la instalación del banco de compensación recomendado, ya que las multas por parte de la empresa distribuidora de electricidad (DISSUR) son elevadas.

La instalación del sistema fotovoltaico propuesto, contribuirá de manera significativa al costo de facturación de energía eléctrica, además este servirá de respaldo cuando no halla energía eléctrica en nueva guinea. La empresa si se aplica el sistema solar fotovoltaico tendrá una disminución en la factura de energía eléctrica de 886.80 Kw/h por mes que equivalen a C\$ 5,622.31.

XI. Recomendaciones

- Se propone la fomentación de uso eficiente de la energía mediante la capacitación del personal con respecto al ahorro y eficiencia de la electricidad.
- El reemplazo de todas las luminarias actuales por lámparas de tecnología LED
- Instalación de nomos solares y traga luces en todas las áreas donde existe bajo nivel de iluminación.
- Se sugiere crear condiciones más eficientes en las áreas de climatización, esto mediante el sellado de las paredes interiores de los cuartos fríos con lana de fibra de vidrio.
- Reemplazar el generador actual por uno que se encuentre en mejores condiciones y que tenga la potencia necesaria para abastecer la demanda.
- Para tener confort lumínico en el área de acopio de la leche y en el área de fundición del quesillo se recomienda aumentar la cantidad de lux instalando más lámparas.
- Se sugiere reordenamiento adecuado de los conductores awg del panel de control de mando de los motores, esto para que tengan una mejor presentación, estética y cumplan con las normas AWG.
- Crear un plano del sistema eléctrico de la planta.
- Se recomienda la implementación de un sistema solar fotovoltaico para el sistema de iluminación de la planta.
- Se recomienda la instalación de un banco de compensación (banco de capacitores).

XII. Bibliografía

- Bustamante vázquez, C. E., & Hernández Mosqueda, C. (2013). *Análisis Energético y Propuesta de ahorro para la Universidad Tecnológica de Salamanca*. Chihuahua.
- Calderón Salgado, E. J., Jiménez Soto, M. T., Lira Ruiz, E. E., & Meza Ruiz, B. J. (2012). *Estudio de Auditoría Energética y propuesta de aplicación de Energías Renovables en el Hospital Pedro Altamirano*. Trinidad, Estelí.
- Carrero Selva, K. D., & Saenz Ocampo, B. E. (2015). *Estudio de autoria eléctrica en la empresa Plastinie S.A, para la buena abministración de la empresa eléctrica*. Managua.
- Catells, X. E. (2012). *Sistemas termicos*. Madrid: Diaz d Santos.
- Colmenar Santos, A., Borge, D., Collado, E., & Castro Gil, M. A. (2016). *Generación Distribuida, Autoconsumo y Redes Inteligentes*. Editorial UNED.
- Cortés Martínez, M. (2011). *Auditoría energética de un hotel. Valoración crítica*. Barcelona.
- Fernández, J. (2007). *Energías renovables para todos*. Haya Comunicación.
- Furlan, A. (2009). *LA PLANIFICACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO. INTERROGANTES Y TRASFONDOS EN LA CUESTIÓN ELÉCTRICA DE LA COSTA ATLÁNTICA BONAERENSE*. Bonaerense.
- García Galludo , M., Ramos , C. E., & de Isabel, J. (2009). *Guía de auditorías energéticas en edificios de oficinas en la Comunidad de Madrid*. Madrid.
- Hernández Martinez, L. M. (2011). *Auditoria Energética en Lácteos San Sebastián*. Managua.
- Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Bautista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Invetigación*. Punta Santa Fé: Interamericana Editores SA.
- Huerta, M. A. (2013). *Instalaciones y Servicios Técnico de espacios, y mantenimientos*. Barcelona: RITE.

- I Casals, M. R., Castells, S. B., Laperal, E. H., Castellà, A. M., Garrido Soriano, N., Steinbauer Pan, R., . . . Gamboa Jiménez, G. (2011). *Energía Para El Desarrollo Sostenible*. Barcelona, Catalunya: Asthiesslav Rocuts, Elisabet Amat.
- Ignacio Zabalza Bribián, A. A. (2009). *Energía Solar Térmica*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Izard y Jean Louis y Guyot, A. (1998). *climatizacion y arquitectura*. Barcelona: H. Blume.
- Lesur, L. (2012). *Manual de refrigeracion* (Volumen 4 ed.). Mexico D.F.: Trillas Sa De Cv.
- Marincoff, D. E. (1997). *Deslumbramiento y confort*. Buenos Aires: Asociacion REFA.
- Martinez, A. F. (2019). *Calculo de Cargas Termicas Para Refrigeración*.
- Martínez, P. R. (2010). *Energia Solar Térmica*. Barcelona: Marcombo.
- Murillo Jarquín, O., & Lanuza Saavedra, E. M. (2009). *"Implementación de métodos y técnicas de auditoría energética en el Hopital "San Juan de Dios" del departamento de Esteli"*. Estelí.
- Murillo, M. E. (2009). *Aplicacion de tecnicas y metodos de auditorias energeticas en el Hospital San Juan de Dios del Municipio de Esteli*. Esteli, Esteli, Nicaragua.
- Peralta Calderón, E., Gutiérrez Camas, S. L., & Chavarría Lorío, Y. I. (2016). *Auditoria energética en el Supermercado La Colonia, del municipio de Estelí, con énfasis en autogeneración de energía* . Estelí.
- Pineda, E. B., De Alvarado, E. L., & De Canales, F. (1994). *Metodología de Investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud*. Washington DC.
- Rey Martínez, F. J., & Velasco Gómez, E. (2006). *Eficienci Energética en Edificios. Certificación y Auditorías Energéticas*. España.
- Reyes Aguilera, E. A. (2016). *Ahorro y eficiencia energética en empresas e instituciones públicas*. Esteli Nicaragua.

- Santamaria , O. M., Olivas, C. Y., & Dimas, W. J. (2018). *Implentación de Auditoria Energética en Mini Hotel y Cafetin Central*. Bluefields.
- Shigley, J. J. (2004). *Teorias de maquinas y mecanismos* (1 ed.). Los Angeles.
- Tercero, A. J. (2020). *Diseño, Instalación y Mantenimiento de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica*.
- Theodore, W. (2007). *Maquinas electricas y sistemas de potencia* (Sexta edicion ed.). Mexico, Mexico, Mexico: Pearson educacion.
- Viloria, J. R. (2013). *Energias Renovables. Lo Que Hay Que Saber*. España: Ediciones Paraninfo S.A.

XIII. Anexos

Tabla 11: Censo de Carga de Equipos, bombas y motores instalados

Equipos, bombas y motores Instalados												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	3	Bomba Emaux, Water technology	x		3,400	220	25.422	2.5	5592.75	5.59275	1	5.59275
2	2	Bomba SIEMEN		X	1,750	240	31.071	5	7457	7.457	3	22.371
3	2	Motor Hangrui/Three-Phase		x	1,752	220	50.843	7.5	11185.5	11.1855	4	44.742
4	1	Motor Maratom		x	3,450	220	25.422	7.5	5592.75	5.59275	5	27.96375
5	1	Bomba SIEMEN		X	1,752	220	16.948	5	3728.5	3.7285	5	18.6425
6	3	Bombas Bal Dord	x		1,750	240	46.606	5	11185.5	11.1855	2.5	27.96375
7	1	Bomba sumergible Franklin Electric	x		1,750	220	1.6948	0.5	372.85	0.37285	15	5.59275
8	1	Motor Blower Fulton	x		3,450	220	2.5422	0.75	559.275	0.55928	7	3.914925
9	1	Motor Franklin Electric	x		3,450	115	9.7265	1.5	1118.55	1.11855	7	7.82985
#	1	Compresor Aire Ingersoll-Raed			1,755	230	32.422	10	7457	7.457	0.5	3.7285
#	2	Injectir aire TFE	x		1,750	220	10.169	1.5	2237.1	2.2371	3	6.7113
#	2	Extractor de Aire Baldor	x		3,450	220	33.895	5	7457	7.457	3	22.371
#	1	Refrigerador Mabe	x			220	1.7273		380	0.38	8	3.04
#	1	Aire acondicionado Panasonic Inverter	x			220	23.977		5275	5.275	8	42.2
#	1	Encubadora	x			115	0.6957		80	0.08	8	0.64
#	3	Compresor Copelan		x	1,750	220	76.265	7.5	16778.3	16.7783	8	134.226
#	3	Fan Franklin Electric		x	3,450	220	30.506	3	6711.3	6.7113	8	53.6904
#	3	Computadora Dell	x			120	1.75		210	0.21	8	1.68
#	2	Laptop Hp 14"	x			120	0.75		90	0.09	1	0.09
#	1	Impresora CANON	x			127	6.3		800	0.8	8	6.4
#	1	Cafetera	x			110	5.4545		600	0.6	8	4.8
#	1	Impresora SATO CLANX	X			127	7.2		914	0.914	1	0.914
#	1	Dispensador de agua FRIGIDAYRE	x			110	6.3636		700	0.7	8	5.6
#	2	Abanico Challenger	x			220	0.6364		140	0.14	7	0.98
Total Kw Instalados										96.6223		
Total kw/h consumidos por dia												451.68448

Tabla 12: Censo de Carga de Iluminación

Iluminación											
Its	Cant	Descripción	Vn(v)	In(n)	P(kw)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h			
1	7	Faros de Mercurio	220		175	1.225	8	9.8			
2	2	Luminarias con fotoselda	220		175	0.35	12	4.2			
3	7	Lamparas Silvania Tubular Mercurio 1x	110		80	0.56	8	4.48			
5	8	Lamparas Silvania Tubular Mercurio 2x	110		80	0.64	8	5.12			
6	1	Lampara Silvania Tubular 1x40	110		40	0.04	5	0.2			
7	4	Lampara Silvania Tubular 2x40	110		80	0.32	4	1.28			
8	2	Lampara Silvania Tubular 2x40	110		80	0.16	1	0.16			
9	3	Lamparas LED 2X40	110		80	0.24	8	1.92			
10	2	Lamparas Ahorrativas Silvania	110		45	0.09	8	0.72			
11	2	Lamparas tubular Silvania 1x40	110		40	0.08	4	0.32			
12	3	Lamparas LED Silvania 2x26	110		52	0.156	4	0.624			
12	2	Bombillos ahorrativos	110		60	0.12	5	0.6			
12	3	Bombillos LED	110		8	0.024	6	0.144			
Total Kw Instalados						3.861					
Total kw/h consumidos por día								29.568			

Tabla 13: Censo de Carga del área de pasterización

Área de Pasteurización												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	3	Bombas Bal Dord	x		1,750	240	46.60625	5	11185.5	11.1855	2.5	27.96375
2	1	Bomba Emaux, Water technology	x		3,400	220	8.473864	2.5	1864.25	1.86425	1	1.86425
3	2	Faro de Mercurio	x			220	0.795455		175	0.175	8	1.4
Total Consumo KWh											31.228	

Tabla 14: Censo de Carga del área de Quesillo

Área de Quesillo												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	1	Bomba Emaux, Water technology	x		3,400	220	8.473864	2.5	1864.25	1.86425	1	1.86425
2	2	Injectir aire TFE	x		1,750	220	10.16864	1.5	2237.1	2.2371	3	6.7113
3	2	Extractor de Aire Baldor	x		3,450	220	33.89545	5	7457	7.457	3	22.371
4	1	Faro de Mercurio	x			220	0.795455		175	0.175	8	1.4
5	4	Lamparas Silvania Tubular Mercurio 2x40	x			110	0.727273		80	0.32	4	1.28
Total Consumo KWh											33.62655	

Tabla 15: Censo de Carga del área descremadora

Área Descremadora												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	1	Bomba Emaux, Water technology	x		3,400	220	8.473864	2.5	1864.25	1.86425	1	1.86425
2	2	Faro de Mercurio	x			220	0.795455		175	0.35	8	2.8
Total Consumo KWh												4.66425

Tabla 16: Censo de Carga del área de Acopio

Área Acopio												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	2	Bomba SIEMEN		X	1,750	240	31.07083	5	7457	7.457	3	22.371
2	3	Lamparas LED 2x26	x			110	0.472727		52	0.156	8	1.248
Total Consumo KWh												23.619

Tabla 17: Censo de Carga del área de Empaque Quesillo

Área Empaque Quesillo												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	1	Motor Hangrui/Three-Phase		x	1,752	220	25.42159	7.5	5592.75	5.59275	4	22.371
2	1	Lamparas Silvania Tubular Mercurio 2x40	x			110	1.590909		175	0.175	8	1.4
Total Consumo KWh												23.771

Tabla 18: Censo de Carga del área de Empaque Queso

Área Empaque Queso												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	1	Motor Hangrui/Three-Phase		x	1,752	220	25.42159	7.5	5592.75	5.59275	4	22.371
2	1	Lamparas Silvania Tubular Mercurio 2x40	x			110	1.590909		175	0.175	8	1.4
Total Consumo KWh												23.771

Tabla 19: Censo de Carga del área de Maquinas

Área de Maquinas												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	1	Motor Maratom		x	3,450	220	25.42159	7.5	5592.75	5.59275	5	27.96375
2	1	Motor Blower Fulton	x		3,450	220	2.542159	0.75	559.275	0.559275	7	3.914925
3	1	Motor Franklin Electric	x		3,450	115	9.726522	1.5	1118.55	1.11855	7	7.82985
4	1	Compresor Aire Ingersoll-Raed			1,755	230	32.42174	10	7457	7.457	0.5	3.7285
5	7	Lampara Silvania Tubular 1x40	x			110	0.363636		40	0.28	8	2.24
Total Consumo KWh												45.67703

Tabla 20: Censo de Carga del área de poso

Área de Poso												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	1	Bomba SIEMEN		X	1,752	220	16.94773	5	3728.5	3.7285	5	18.6425
2	1	Bomba sumergible Franklin Electric	x		1,750	220	1.694773	0.5	372.85	0.37285	15	5.59275
3	2	Luminarias con fotoselda	x			220	0.795455		175	0.35	12	4.2
Total Consumo KWh												28.43525

Tabla 21: Censo de Carga del área de Cuartos Fríos

Cuartos Fríos												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	RPM	Vn(v)	In(n)	HP	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	3	Compresor Copelan		x	1,750	220	76.26477	7.5	16778.25	16.77825	8	134.226
2	3	Fan Franklin Electric		x	3,450	220	30.50591	3	6711.3	6.7113	8	53.6904
3	2	Lamparas Ahorrativas silvania 45w	x			110	0.409091		45	0.09	8	0.72
Total Consumo KWh												188.6364

Tabla 22: Censo de Carga del área de Laboratorio

Area de Laboratorio												
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	Btu	Vn(v)	In(n)	BTU	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	1	Refrigerador Mabe	x			220	1.727273		380	0.38	8	3.04
2	1	Aire acondicionado Panasonic Inverter	x		18,000	220	23.97727	18000	5275	5.275	8	42.2
3	1	Encubadora	x			115	0.695652		80	0.08	8	0.64
4	2	Lamparas Ahorrativas silvania 2x40	x			110	0.727273		80	0.16	8	1.28
Total Consumo KWh												47.16

Tabla 23: Censo de Carga del área de Prensa del Queso

Área de Prensa del Queso										
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	Vn(v)	In(n)	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	2	Faro de mercurio	x		220	0.795455	175	0.35	8	2.8
Total Consumo KW/h										2.8

Tabla 24: Censo de Carga del área de Oficinas

Área de Oficinas										
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	Vn(v)	In(n)	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	3	Computadora DELL 12"	x		115	1.826087	210	0.63	8	5.04
2	2	Laptop HP 14	x		115	0.782609	90	0.18	1	0.18
3	1	Impresora CANON	x		115	6.956522	800	0.8	8	6.4
4	1	Cafetera	x		115	5.217391	600	0.6	8	4.8
5	1	Impresora SATO CLANX	x		115	7.947826	914	0.914	1	0.914
6	1	Dispensador de agua FRIGIDAYRE	x		115	0.006087	700	0.7	8	5.6
7	2	Abanico Challenger	x		115	0.002435	140	0.28	7	1.96
8	3	Bombillos LED	x		115	0.000209	8	0.024	7	0.168
9	1	Lampara Sylvania tubular 1x40	x		115	0.000348	40	0.04	5	0.2
Total Consumo KW/h										25.262

Tabla 25: Censo de Carga del área de baños de Mujeres

Área de Baños Mujeres										
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	Vn(v)	In(n)	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	2	Lamparas tubular Sylvania 2x40	x		115	0.695652	80	0.16	4	0.64
2	1	Lampara tubular Sylvania 1x40	x		115	0.347826	40	0.04	4	0.16
Total Consumo KW/h										0.8

Tabla 26: Censo de Carga del área de baños de Hombres

Área de Baños Hombres										
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	Vn(v)	In(n)	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	2	Lamparas tubular Sylvania 2x40	x		115	0.695652	80	0.16	4	0.64
2	1	Lampara tubular Sylvania 1x40	x		115	0.347826	40	0.04	4	0.16
Total Consumo KW/h										0.8

Tabla 27: Censo de Carga del área de Bodegas

Área Bodegas 1,2 y 3										
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	Vn(v)	In(n)	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	3	Lamparas LED Sylvania 2x26	x		115	0.452174	52	0.156	4	0.624
Total Consumo KW/h										0.96

Tabla 28: Censo de Carga del pasillo del área del Quesillo

Pasillo del area del quesillo										
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	Vn(v)	In(n)	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	2	Bombillos ahorrativos	x		115	0.521739	60	0.12	1	0.12
Total Consumo KW/h										0.12

Tabla 29: Censo de Carga del área de Cocina

Área de Cocina										
Its	Cant	Descripción	Conexión monofásica	Conexión trifásica	Vn(v)	In(n)	P(w)	Total(kw)	Horas de uso diario	Consumo Kw/h
1	2	Lamparas Tubular Sylvania 2x40	x		115	0.695652	80	0.16	1	0.16
Total Consumo KW/h										0.16

Dimensionado del banco de Capacitores o Banco de compensación

Datos

Potencia Instalada= 100.48 kw

Factor de potencia inicial= 0.73

Factor de potencia final= 0.90

Angulo del factor de potencia inicial (Qi)= $\text{Cos}^{-1} 0.73$

Qi= 43.11°

Potencia Aparente inicial (Si)= $P/\text{Cos } Q_i$

$$S_i = \frac{100.48}{\text{Cos } 43.11} = 137.63 \text{ KVA}$$

Potencia Reactiva inicial (Ri)= $S_i * \text{Sen } Q_i$

$$R_i = 137.63 * \text{Sen } 43.11 = 94.05 \text{ Kvar}$$

Angulo del factor de potencia final (Qf)= $\text{Cos}^{-1} 0.90$
Qf= 25.84°

Potencia Aparente Final (Sf)= $P/\text{Cos } Q_f$

$$S_f = \frac{100.48}{\text{Cos } 25.84} = 111.64 \text{ KVA}$$

Potencia Reactiva inicial (Rf)= $S_f * \text{Sen } Q_f$

$$R_f = 111.64 * \text{Sen } 25.84 = 48.65 \text{ Kvar}$$

Capacidad del Banco de Capacitores (Qc)

$$Q_c = Q_i - Q_f = 94.05 - 48.65$$

$$Q_c = 45.40 \text{ KVA}$$

Dimensionado del Aire acondicionado en los cuartos fríos

Almacenan 500 quesos cada uno tiene un peso de 130 lb. A una temperatura de $-5^{\circ}\text{C} = 23^{\circ}\text{F}$

1lb de queso es igual a $0.64 \text{ Btu/lb } ^{\circ}\text{F}$

Total, Btu del queso = 41,600

Dimensiones de los cuartos fríos

Ancho= 2.6m

Largo= 14.5

Alto= 2.8

Capacidad de Refrigeracion

$$P = K * S * (T^{\circ}\text{exterior} - T^{\circ}\text{interior})$$

$$S = 2.6 * 14.5 = 37.70 \text{ m}^2$$

K= conductividad térmica del acero

$$K = 8 \text{ w/m}^{\circ}\text{C}$$

$$P = 37.70 \text{ m}^2 * 8 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}} * ^{\circ}\text{C} \right) * (28 - (-5)) = 9,952.80 \text{ W}$$

$$P = 9,852.80 \text{ w}$$

$$1 \text{ W} = 3.41 \text{ BTU}$$

$$\text{Btu} = 9,852.80 \text{ w} * 3.14 = 30,937.79$$

$$Q = 30,937.79 + 41,600 = 72,537.80 \text{ Btu}$$

La capacidad de refrigeración necesaria es de 72,537.80 Btu

Dimensionado del Sistema Solar Fotovoltaico (ssfv) Para Toda la Iluminación de la Empresa

3.86Kw Potencia Instalada

29.56 kwh Energía por día

Eficiencia del SSFV= 0.95%

Energía en Kw/h que incide sobre 1m² en una superficie horizontal= 4.5

Capacidad del módulo del ssfv

Capacidad del módulo del ssfv= demanda de energía (whr/día)

Eficiencia del SSFV x Horas Sol Pico (hr/día)

$$SSFV = \frac{29,560 \frac{wh}{dia}}{0.80 * 5 \frac{hr}{dia}} = 7,390 W$$

Número total de módulos FV

Se eligieron paneles solares de 330w y 36.5v

$$Numero de Modulos FV = \frac{7390w}{330w} = 22.39$$

23 paneles de 330w

Capacidad de batería (AH)= Demanda de energía* Días de autonomía

Eficiencia de batería*profundidad de descarga*voltaje ssfv

$$\text{Capacidad de Bateria} = \frac{29560 \frac{wh}{\text{día}} * 2 \text{ día}}{0.85 * 0.70 * 37V} = 2679.96 \text{ AH}$$

Se eligieron baterías de 225 AH y 6v

$$\text{Numero de baterias} = \frac{2679.96 \text{ AH}}{225 \text{ AH}} = 11.92$$

El total de baterías será de 12

Capacidad del controlador de carga del SSFV

$$\text{Controlador de carga} = \frac{\text{Potencia Nomial del ssfv}(w)}{\text{Voltaje Nominal del ssfv}(v)}$$

$$\text{Controlador de Carga} = \frac{7,390}{36} = 205.27 \text{ A}$$

El Controlador de carga es de 206 Amperes

Números de controladores de carga= 206/70= 2.94

El total de controlador de carga será de 3 de 70 Amperes cada uno.

Capacidad del inversor = Carga de CA *1.5

$$\text{Capacidad del inversor} = 7390 * 1.5 = 11,085 \text{ W}$$

El inversor apropiado es de 11,085w= 12,000W

Análisis Financiero

Costo actual de la energía eléctrica para la Tarifa T4: C\$ 6.34 por kWh

Costo total de la instalación del sistema solar fotovoltaico: \$ 11,770

Tasa de cambio: \$1 => C\$ 33.92

Consumo por luminarias por día: 29.56 kWh

Consumo por luminarias por mes: 886.80 kWh

2020: Costo por luminarias al mes: C\$ 5,622.31

Costo por iluminación anual: C\$ 67,467.72 => \$ 1,989.02

2021: C\$ 6.68 por kWh => C\$ 5,923.82 al mes => C\$ 71,085.84 anual => \$2095.69

2022: C\$ 7.34 por kWh => C\$ 6,509.11 al mes => C\$ 78,109.32 anual => \$2,302.75

2023: C\$ 8.07 por kWh => C\$ 7156.47 al mes => C\$ 85,877.64 anual => \$2,531.77

2024: C\$ 8.87 por kWh => C\$ 7,865.91 al mes => C\$ 94,390.92 anual => \$2,782.75

Calculo de VAN

$$VAN = -I + \frac{FN_1}{1+i} + \frac{FN_2}{1+i^2} + \frac{FN_3}{1+i^3} + \frac{FN_4}{1+i^4} + \frac{FN_5}{1+i^5}$$

$$1+i \quad 1+i^2 \quad 1+i^3 \quad 1+i^4 \quad 1+i^5$$

Interés al 12%

$$VAN = (-11,770) + \frac{1,989.02}{1+0.12} + \frac{2,095.69}{1+0.12^2} + \frac{2,302.75}{1+0.12^3} + \frac{2,531.77}{1+0.12^4} + \frac{2,782.75}{1+0.12^5}$$

$$VAN = (-11,770) + 11,454.54 \quad \Rightarrow \quad VAN = -315.46$$

Interés al 63%

$$VAN = (-11,770) + \frac{1,989.02}{1 + 0.63} + \frac{2,095.69}{1 + 0.63^2} + \frac{2,302.75}{1 + 0.63^3} + \frac{2,531.77}{1 + 0.63^4} + \frac{2,782.75}{1 + 0.63^5}$$

$$VAN = (-11,770) + 9,281.34 \Rightarrow VAN = -2,488.66$$

+

Interés al 67%

$$VAN = (-11,770) + \frac{1,989.02}{1 + 0.67} + \frac{2,095.69}{1 + 0.67^2} + \frac{2,302.75}{1 + 0.67^3} + \frac{2,531.77}{1 + 0.67^4} + \frac{2,782.75}{1 + 0.67^5}$$

$$VAN = (-11,770) + 8,966.60 \Rightarrow VAN = -2,803.4$$

Calculo del TIR

$$TIR = i_1 + (i_2 - i_1) \left| \frac{-VAN_1}{VAN_1 + VAN_2} \right|$$

$$TIR = 0.63 + (0.67 - 0.63) \left| \frac{-2488.40}{(-2488.40) + (-2803.4)} \right|$$

$$TIR = 0.63 + 0.04 \left| \frac{-2488.40}{-5,291.8} \right|$$

TIR = 0.6488 Equivalente al 64.88%

Ilustración 3 Factura de energía eléctrica del mes de Diciembre 2019

Datos de Consumo		Medición de Consumo		Detalle de Facturación		Importe en C\$	
Consumo	Unidad	Medidor	Medida	Concepto	Cantidad	Tarifa	Importe
Consumo	kWh	17008487	2438	Consumo	57,600	3,133.33	180,466.67
Reactiva	kVArh	17008487	2438	Reactiva	117,200	1,500.00	175,800.00
Demanda	kW	17008487	2438	Demanda	57,600	3,133.33	180,466.67
Total a Pagar							185,487.87

Ilustración 4: Lectura del consumo eléctrico de Agosto 2019 a Diciembre 2019

Lecturas Facturadas		Lecturas Reales						
Tipo de consumo	Lectura (kW)	Csmo (kWh)	Fecha de Lectura	Fecha de Fact.	Cte. Fact.	Coef. Per.	Tipo de Lectura	
Activa kWh BT	3447	14240	29/12/2019	29/12/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	2618	12720	29/12/2019	29/12/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	1251,000	52,000	29/12/2019	29/12/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	3269	12800	28/11/2019	28/11/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	2459	10720	28/11/2019	28/11/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	1186,000	50,400	28/11/2019	28/11/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	3109	11360	29/10/2019	29/10/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	2325	10240	29/10/2019	29/10/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	1123,000	47,200	29/10/2019	29/10/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	2967	13200	28/09/2019	28/09/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	2197	12480	28/09/2019	28/09/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	1064,000	57,600	28/09/2019	28/09/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	2802	14880	29/08/2019	29/08/2019	800	0	Ciclo de lectura	

Ilustración 5: Lectura del consumo eléctrico de Abril 2019 a Agosto 2019

Lecturas Facturadas		Lecturas Reales						
Tipo de consumo	Lectura (kW)	Csmo (kWh)	Fecha de Lectura	Fecha de Fact.	Cte. Fact.	Coef. Per.	Tipo de Lectura	
Reactiva	2041	14480	29/08/2019	29/08/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	992,000	55,200	29/08/2019	29/08/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	2616	16080	29/07/2019	29/07/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	1860	15840	29/07/2019	29/07/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	923,000	57,600	29/07/2019	29/07/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	2415	15200	28/06/2019	28/06/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	1662	14160	28/06/2019	28/06/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	851,000	68,800	28/06/2019	28/06/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	2225	14000	29/05/2019	29/05/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	1485	12560	29/05/2019	29/05/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	765,000	36,000	29/05/2019	29/05/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	2050	15600	27/04/2019	27/04/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	1328	13840	27/04/2019	27/04/2019	800	0	Ciclo de lectura	

Ilustración 6: Lectura del consumo eléctrico de Diciembre 2018 a Abril 2019

Lecturas Facturadas		Lecturas Reales						
Tipo de consumo	Lectura (kW)	Csmo (kWh)	Fecha de Lectura	Fecha de Fact.	Cte. Fact.	Coef. Per.	Tipo de Lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	720,000	55,200	27/04/2019	27/04/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	1855	14000	29/03/2019	29/03/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	1155	5760	29/03/2019	29/03/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	651,000	47,200	29/03/2019	29/03/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	1680	13520	26/02/2019	26/02/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	1083	9200	26/02/2019	26/02/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	592,000	52,800	26/02/2019	26/02/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	1511	15600	29/01/2019	29/01/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	968	10560	29/01/2019	29/01/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	526,000	56,000	29/01/2019	29/01/2019	800	0	Ciclo de lectura	
Activa kWh BT	1315	16800	29/12/2018	29/12/2018	800	0	Ciclo de lectura	
Reactiva	836	11040	29/12/2018	29/12/2018	800	0	Ciclo de lectura	
Demanda kW (Totalizador) BT	456,000	59,200	29/12/2018	29/12/2018	800	0	Ciclo de lectura	

Ilustración 7: Plano arquitectónico de la empresa “Lácteos Nueva Guinea”

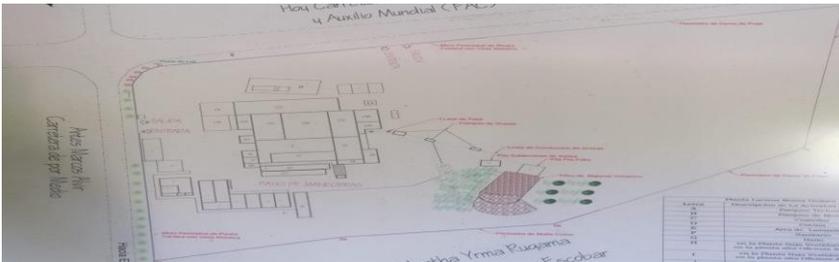


Ilustración 8: Vista posterior de la empresa “Lácteos Nueva Guinea”



Ilustración 9: Vista del banco de Transformadores



Ilustración 10: Control de mando de todos los Equipos de Potencia



Ilustración 11: Vista de área y máquina de sellado de Quesillo



Ilustración 12 área de Acopio de Leche



Ilustración 13: Exterior de 2 cuartos fríos



Ilustración 14: Interior de los cuartos fríos



Ilustración 15: exterior de vestidores, bodegas y oficinas



Ilustración 16: Interior de los vestidores



Ilustración 17: Vista de la cocina



Ilustración 18: Interior de las oficinas

