

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



TRABAJO DE GRADO

**PROPUESTA DE UN PLAN PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN
HOSPITAL NACIONAL GENERAL DE CHALCHUAPA, SANTA ANA, EL SALVADOR,
C.A.**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR

**JOSÉ RAFAEL ASECIO ÁVILA
EDUARDO RAFAEL MATA VELÁSQUEZ
ORLANDO VLADIMIR YANEZ RAMÍREZ**

DOCENTE ASESOR

INGENIERO JOSÉ FRANCISCO ANDALUZ GUZMÁN

DICIEMBRE, 2019

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES



M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

RECTOR

DR. RAÚL ERNESTO AZCÚNAGA LÓPEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO GENERAL

LICDO. LUIS ANTONIO MEJÍA LIPE

DEFENSOR DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LCDO. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES



M. Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS

DECANO

M. Ed. RINA CLARIBEL BOLAÑOS DE ZOMETA

VICEDECANA

LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA

SECRETARIO

ING. DOUGLAS GARCÍA RODEZNO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos:

Hermanos, yo mismo no pretendo haberlo ya alcanzado; pero una cosa hago: olvidando ciertamente lo que queda atrás, y extendiéndome a lo que está delante *Filipenses 3:13*.

Agradezco primeramente a Dios por darme la fuerza y la convicción necesaria para completar una tarea más en mi vida, gracias por guiarme de una manera impecable a través de los tantos obstáculos que tuve en mi camino y por mantenerme firme cuando todo pareciera estar perdido.

Agradezco mucho a mis padres, María Leonor Ávila y José Rafael Asencio quienes fueron mi principal apoyo tanto moral como económico durante todo este tiempo y a quienes personalmente dedico este trabajo. Gracias mis viejitos porque yo se lo difícil que fue para ustedes darme mis estudios.

Doy gracias a mi novia Ingrid Valiente quien estuvo conmigo todo el tiempo de mis estudios, tu siempre me diste tu apoyo y ánimos a seguir estudiando y superarme día tras día y porque siempre fuiste mi más bonito motivo de ir a la Universidad.

Agradezco también a mi hermana Karen, a mi tío Edgardo y mis abuelos que siempre estuvieron ahí para darme ánimos.

Gracias a Rafael Mata y Orlando Yanez, mis amigos, compañeros de tesis y colegas con los cuales viví muchas aventuras en fin de lograr culminar este logro.

Agradezco a mi docente asesor Ing. Francisco Andaluz por ser una guía y un apoyo durante la realización de este trabajo de grado aportándonos muchos conocimientos y paciencia.

José Rafael Asencio Ávila

Agradecimientos:

Primeramente, agradezco a Dios ya que ha sido el principal motor a lo largo de mi carrera, como lo dice su palabra en el libro de Josué 1:9 “mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas.”

Agradezco a mi madre Irma Estela Velásquez por haberme dado la vida y por apoyarme e inspirarme a seguir a lo largo de mi carrera, por brindarme su amor incondicional y por estar siempre a mi lado.

Agradezco a mi hermano Hersón Nathán Mata a quien dedico mi trabajo de grado, quien ha sido mi apoyo económico y mi inspiración para seguir adelante, por creer en mí y apoyarme en los momentos más difíciles de mi carrera y por inspirarme a ser un profesional en la vida.

Agradezco también a toda mi familia quienes me han apoyado durante mi carrera y me ayudaron a salir adelante.

Agradezco a mis compañeros y amigos Orlando Vladimir Yáñez y José Rafael Asencio con quienes he logrado culminar este trabajo de grado, superando los obstáculos que se nos presentaron a lo largo de este estudio, pero en todo momento logramos resolverlos, formando un gran equipo y a quienes deseo el mayor de los éxitos a lo largo de su vida profesional y personal.

Por ultimo agradezco a mi docente asesor Ing. Francisco Andaluz por ser una guía y un apoyo durante la realización de este trabajo de grado y ayudarnos a alcanzar nuestro gran objetivo.

Eduardo Rafael Mata Velásquez

Agradecimientos:

Porque Jehová da la sabiduría, Y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.
Prov. 2:6.

Gracias a Dios por brindarme ante todo salud, paciencia, constancia, energía, por guiarme y no dejarme solo en ningún momento durante esta etapa y meta de mi vida, que ha llegado a su fin, pero que sé que solo es el inicio de algo más grande.

Agradezco a mi hermano Ismael, por apoyarme en todo momento durante esta travesía, a mis padres Ana y Lisandro, por sus consejos, regaños y por ser mi brazo fuerte; a mi hermana Isabel, por toda su sabiduría, por esa forma tan especial aconsejarme, de animarme e indicarme a hacer todo conforme a la voluntad de Dios. Doy gracias a todos mis familiares y amigos que de alguna u otra forma contribuyeron a este logro, así también, agradezco a mis amigos y compañeros de tesis Rafa y Rafa Asencio, por esta experiencia, por los buenos y no muy buenos momentos que pasamos, pero que nos hicieron crecer como personas y profesionales.

Gracias a nuestro docente asesor Ing. José Francisco Andaluz Guzmán, por su apoyo, conocimiento y paciencia; gracias al personal y autoridades del Hospital Nacional de Chalchuapa por abrimos las puertas y brindarnos su ayuda.

Orlando Vladimir Yanez Ramírez

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	xx
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL ESTUDIO	22
1.1 Marco de referencia	22
1.1.1 Antecedentes de la institución	22
1.1.2 Distribución actual de la institución	25
1.1.3. Antecedentes del estudio	27
1.2. Planteamiento del problema	30
1.3. Objetivos.....	32
1.3.1. Objetivo General.....	32
1.3.2. Objetivos específicos	32
1.4. Justificación.....	33
1.5. Alcances Globales	34
1.6. Limitaciones	35
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	36
2.1. Definición de energía eléctrica.....	36
2.1.1. Definición de corriente eléctrica, potencia, carga, voltaje.	36
2.1.2. Fuentes de Energía.....	38
2.2. Etapas del proceso productivo de la energía eléctrica.....	40
2.2.1. Etapa de generación de electricidad	40
2.2.2. Etapa de elevación de tensión.....	42
2.2.3. Etapa de transporte de energía.....	44
2.2.4. Etapa de transformación de energía.....	45
2.2.5. Etapa del servicio al usuario.....	47

2.3. Consumo eléctrico en Hospital Nacional de Chalchuapa según facturas y detalles de consumo.....	51
2.3.1. Tarifa eléctrica en Hospital Nacional de Chalchuapa	52
2.4. Formas de ahorro de energía eléctrica Ahorro de energía eléctrica	53
2.4.1. Mejoramiento de cultura de ahorro de energía.....	53
2.4.2. Optimización de las instalaciones estructurales.	54
2.4.3. Optimización de las instalaciones eléctricas y electrónicas	55
2.5. Marco legal	63
2.6. Evaluación de ahorro económico	66
2.6.1. Estimación económica.....	66
2.6.2. Valor Presente Neto (VPN)	66
2.6.3. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	67
2.6.4. Método costo beneficio	68
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN HOSPITAL NACIONAL DE CHALCHUAPA (HNCH) PARA EL MES DE MAYO DE 2019.....	
3.1. Metodología y diseño de la investigación	70
3.1.1. Tipo de estudio	70
3.1.2. Fuentes de información	70
3.1.3. Diseño del procedimiento de obtención de datos	71
3.1.4. Universo y muestra.....	73
3.2. Técnicas de investigación.....	74
3.2.1. Encuesta.....	75
3.2.2. Observación	75
3.2.3. Entrevista.....	75
3.2.4. Resultados de la Encuesta	75

3.2.5. Resultados obtenidos mediante la técnica de la Entrevista	83
3.2.6. Resultados obtenidos mediante la técnica de observación	85
3.2.7. Resumen de la cantidad de energía consumida en cada módulo por sistema para el mes de mayo de 2019	97
3.3. Conclusiones del Diagnóstico del Consumo Eléctrico para el mes de mayo de 2019 ...	98
CAPÍTULO 4: PLAN DE AHORRO DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN HOSPITAL NACIONAL DE CHALCHUAPA.....	
4.1. Objetivos del Plan de ahorro del consumo eléctrico	104
4.1.1. Objetivo General.....	104
4.1.2. Objetivos Específicos	104
4.2. Justificación del plan de ahorro del consumo eléctrico.....	105
4.3. Estrategias del plan de ahorro del consumo eléctrico.....	106
4.3.1. Estrategia 1: Administración de sistemas eléctricos del HNCH	107
4.3.2. Estrategia 2: Implementación de un sistema de generación de energía solar.....	109
4.4. Acciones correctivas del plan de ahorro de energía eléctrica.....	110
4.4.1. Acciones correctivas para la estrategia 1: Administración de sistemas eléctricos del HNCH.....	110
4.4.2. Acciones correctivas para estrategia 2. Implementación de un sistema de generación de energía solar	135
4.5. Cronograma para el Plan de ahorro del consumo eléctrico.....	139
4.6. Conclusiones del Plan de ahorro del consumo de energía eléctrica	143
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PLAN DE AHORRO DE CONSUMO ELÉCTRICO.....	
5.1. Evaluación Económica del plan de ahorro de consumo eléctrico	144
5.1.1. Egresos para la implementación del plan	144

5.1.1.2. Presupuesto de materiales requeridos para la implementación de las acciones correctivas.....	144
5.1.1.3. Presupuesto de realización de acción correctiva implementación de un Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico.....	145
5.1.1.4. Presupuesto de mantenimiento de aires acondicionados.....	146
5.1.1.5. Presupuesto de capacitaciones para inducción en la cultura energética.....	146
5.1.1.6. Presupuesto de mano de obra.....	147
5.1.2. Ahorros por implementación del plan de ahorro.....	148
5.2. Evaluación financiera del plan de ahorro.....	148
5.2.1. Flujos de efectivo para el proyecto financiado por HNCH.....	149
5.2.2. Valor Presente Neto.....	150
5.2.3. Tasa Interna de Retorno.....	151
5.2.4. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).....	152
5.2.5. Beneficio/Costo.....	153
5.2.6. Beneficios cualitativos.....	156
5.3. Conclusiones capítulo 5.....	157
CONCLUSIONES.....	158
RECOMENDACIONES.....	159
BIBLIOGRAFÍA.....	160
GLOSARIO.....	162
ANEXOS.....	164
ANEXO 1: Formulario de preguntas para la encuesta.....	165
ANEXO 2: Check List para observación.....	167
ANEXO 3: Formulario de preguntas para la entrevista.....	168
ANEXO 4: Distribución actual del Hospital de Chalchuapa.....	170

ANEXO 5: Memoria de cálculo de los diagnósticos de los diferentes tipos de sistemas eléctricos del Hospital Nacional de Chalchuapa	171
Sistema de Iluminación	171
Sistema de Ofimática.....	183
Sistema de Aire Acondicionado	194
Sistema de instalaciones estructurales y otros equipos eléctricos.	207
ANEXO 6: Portafolio de normas de uso para lograr la eficiencia energética	213
ANEXO 7: Proyecciones de factura eléctrica del servicio.....	215
ANEXO 8: Pagos realizados por el HNCH, y precios del pliego tarifario del servicio contratado, el periodo de 2014-2018	219

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura Organizacional del Hospital Nacional de Chalchuapa	23
Figura 2: flujo de corriente continua	37
Figura 3: flujo de corriente continúa	37
Figura 4: Interacción de cargas	38
Figura 5: Clasificación de las fuentes de energía	39
Figura 6: Formas de energía primaria renovable y no renovable	40
Figura 7: Formula de proporción entre voltaje y número de espiras entre primario y secundario....	43
Figura 8: Formula de proporción entre primario y secundario en relación con transformación.	43
Figura 9: Símbolo de transformador.	43
Figura 10: Relación de potencias entre primario y secundario	44
Figura 11: esquema de un transformador simplificado	45
Figura 12: conexión formando un triángulo.....	46
Figura 13: conexión formando un triángulo.....	46
Figura 14: terminales positivos conectados	47
Figura 15: terminales positivos conectados	47
Figura 16: terminales positivos conectados	49
Figura 17: Circuito paralelo	49
Figura 18: Formula del Valor Presente Neto.....	67
Figura 19: Formula de Tasa Interna de Retorno (TIR)	68
Figura 20: Formula del método costo beneficio.....	69
Figura 21: Muestreo simple para población finita.....	74
Figura 22: Sistema aislado de generación fotovoltaica.	135
Figura 23: Logo de empresa iluminaArte.....	136
Figura 24: Cronograma para la implementación del Plan de Ahorro de consumo energético en HNCH.....	139
Figura 25: Cronograma para la implementación del Plan de Ahorro de consumo energético en HNCH.....	140
Figura 26: Cronograma para la implementación del Plan de Ahorro de consumo energético en HNCH.....	141

Figura 27: Cronograma para la implementación del Plan de Ahorro de consumo energético en HNCH.....	142
Figura 28: Calculo del VPN utilizando herramienta Excel.....	150
Figura 29: Calculo la TIR utilizando herramienta Excel.	151
Figura 30: Formula para el cálculo del Periodo de Recuperación de la Inversión.....	153
Figura 31: Formula para el cálculo del Beneficio-Costo de la Inversión.....	154
Figura 32: Plano de planta del HNCH.	170
Figura 33: Problema de falta de iluminación por ventanas pintadas.....	212
Figura 34: Problema de falta de iluminación por vegetación que obstruye la entrada de iluminación natural.....	212
Figura 35: Formulas método Holt-Winters.	216

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: tipos de lámparas.....	58
Tabla 2: Dispositivos de lámparas que hacen variar el consumo de energía	59
Tabla 3: Personal que labora en el HNCH.	73
Tabla 4: Check List desarrollado en módulo 1.....	87
Tabla 5: Check List desarrollado en módulo 2.....	89
Tabla 6: Check List desarrollado en módulo 3.....	90
Tabla 7: Check List desarrollado en módulo 4.....	92
Tabla 8: Check List desarrollado en módulo 5.....	93
Tabla 9: Check List desarrollado en módulo 6.....	95
Tabla 10: Check List desarrollado en módulo 7.....	96
Tabla 11: Energía consumida por sistema en KW/h/mes para el mes de mayo de 2019	97
Tabla 12: cantidad de luminarias deficientes y potencia eléctrica	99
Tabla 13: Cantidad de luminarias defectuosas	99
Tabla 14: Acción correctiva 1 Cambio de lámparas fluorescentes por LED	111
Tabla 15: Acción correctiva 2 Cambio de focos incandescentes y fluorescentes por LED.	112
Tabla 16: Acción correctiva 3 Cambio de focos de mercurio (iluminación externa) por LED.	113
Tabla 17: Acción correctiva 4: Mantenimiento de luminarias (lámparas, focos).	113
Tabla 18: Acción correctiva 5 Poda de vegetación	114
Tabla 19: Acción correctiva 1 Colocación de regletas.....	115
Tabla 20: Acción correctiva 2 Programación de las funciones de ahorro en equipo de ofimática.....	116
Tabla 21: Acción correctiva 1 realización del mantenimiento de aires acondicionados.....	118
Tabla 22: Acción correctiva 2 Sustitución de sistema de aires acondicionados.	121
Tabla 23: Acción correctiva 1 Sectorización de áreas designadas para preparación y toma de alimentos.	123
Tabla 24: Acción correctiva 1 Instalación de una Cultura Energética institucional.	126
Tabla 25: Acción correctiva 2 Implementación de normas sobre ahorro de energía.	129
Tabla 26: Acción correctiva 3 Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Iluminación, equipo de ofimática, aires	132
Tabla 27: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Sistema de iluminación.	133

Tabla 28: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Sistema de Ofimática.	133
Tabla 29: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Sistema de Aires acondicionados.	134
Tabla 30: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Instalaciones estructurales y otros equipos.	134
Tabla 31: Estimación de ahorro de energía por implementación de acciones correctivas en Cultura Eléctrica.....	134
Tabla 32: Información sobre Suministro e instalación y puesta en marcha de Sistema Solar con conexión a red.....	137
Tabla 33: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Implementación de Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico	138
Tabla 34: Estimación Total de ahorro de energía por implementación de plan de ahorro energético.	143
Tabla 35: Presupuesto de materiales requeridos para la implementación de las acciones correctivas.	145
Tabla 36: Presupuesto de implementación de acción correctiva implementación de un Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico.....	146
Tabla 37: Presupuesto de mantenimiento de aires acondicionados.....	146
Tabla 38: Presupuesto de capacitaciones para inducción en la cultura energética.....	147
Tabla 39: Presupuesto de investigación.	147
Tabla 40: Presupuesto total de implementación del Plan.	148
Tabla 41: Ahorros por implementación del plan de ahorro.....	148
Tabla 42: Flujos de efectivo para el proyecto financiado por HNCH.....	149
Tabla 43: Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).....	152
Tabla 44: Presentación de la relación beneficio-costo.	155
Tabla 45: Presentación de beneficios cualitativos.....	156
Tabla 46: Presentación de beneficios cualitativos.....	157
Tabla 47: Formato de Check List para observación.....	167
Tabla 48: Niveles de iluminación por área.....	171
Tabla 49: Consumo por iluminación en módulo 1	173
Tabla 50: Consumo por iluminación en módulo 2.	174
Tabla 51: Consumo por iluminación en módulo 3.....	175

Tabla 52: Consumo por iluminación en módulo 4.....	176
Tabla 53: Consumo por iluminación en módulo 5.....	177
Tabla 54: Consumo por iluminación en módulo 6.....	178
Tabla 55: Consumo por iluminación en módulo 7.....	179
Tabla 56:Luminarias defectuosas.....	182
Tabla 57: Consumo por iluminación en el sistema de iluminación externa.....	182
Tabla 58: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.	183
Tabla 59: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.	183
Tabla 60: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.	183
Tabla 61: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.	184
Tabla 62: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.	184
Tabla 63: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.	184
Tabla 64: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.	185
Tabla 65: Consumo por equipo de ofimática en módulo 2.	185
Tabla 66: Consumo por equipo de ofimática en módulo 2.	185
Tabla 67: Consumo por equipo de ofimática en módulo 2.	186
Tabla 68: Consumo por equipo de ofimática en módulo 2.	186
Tabla 69: Consumo por equipo de ofimática en módulo 3.	186
Tabla 70: Consumo por equipo de ofimática en módulo 3.	187
Tabla 71: Consumo por equipo de ofimática en módulo 4.	187
Tabla 72: Consumo por equipo de ofimática en módulo 4.	187
Tabla 73: Consumo por equipo de ofimática en módulo 5.	188
Tabla 74: Consumo por equipo de ofimática en módulo 6.	188
Tabla 75: Consumo por equipo de ofimática en módulo 6.....	188
Tabla 76: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.	189
Tabla 77: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.	189
Tabla 78: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.	189
Tabla 79: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.	190
Tabla 80: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.	190
Tabla 81: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.	190
Tabla 82:Calculo de consumo fantasma por equipo de ofimática.....	192
Tabla 83: Calculo de consumo por equipo encendido y sin uso por equipo de ofimática	193

Tabla 84: Tipo de aire acondicionado instalado por áreas.	194
Tabla 85: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	195
Tabla 86: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	195
Tabla 87: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	195
Tabla 88: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	196
Tabla 89: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	196
Tabla 90: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	196
Tabla 91: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	197
Tabla 92: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	197
Tabla 93: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	197
Tabla 94: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	198
Tabla 95: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	198
Tabla 96: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	198
Tabla 97: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	199
Tabla 98: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.	199
Tabla 99: Horas de operación anual de aires acondicionados.	201
Tabla 100: BTU requeridos por recinto.	203
Tabla 101: Cálculo de la capacidad térmica BTU y energía consumida por el uso de aires acondicionados.	204
Tabla 102: Cálculo de la eficiencia energética.	206
Tabla 103: Consumo por otros equipos en módulo 1.	207
Tabla 104: Consumo por otros equipos en módulo 2.	208
Tabla 105: Consumo por otros equipos en módulo 4.	208
Tabla 106: Consumo por otros equipos en módulo 5.	209
Tabla 107: Consumo por otros equipos en módulo 6.	209
Tabla 108: Consumo en lavandería, módulo 6.	210
Tabla 109: Consumo en lavandería, módulo 6.	210
Tabla 110: Consumo en cocina, módulo 6.	210
Tabla 111: Consumo por otros equipos en módulo 7.	211
Tabla 112: Valores de la proyección.	216
Tabla 113: Proyecciones de consumo de energía.	217
Tabla 114: Proyecciones de consumo de energía.	217

Tabla 115: Proyecciones de facturación.....	218
Tabla 116: Proyecciones de facturación.....	218
Tabla 117: Precios máximos para el suministro de energía eléctrica.....	219
Tabla 118: Consumo de energía y factor de potencia en HNCH	221
Tabla 119: Pagos realizados por el suministro del servicio eléctrico.....	224
Tabla 120: Resumen de pagos realizados por el suministro del servicio eléctrico	226

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica: 1: medición semanal tablero parte vieja del hospital.	28
Gráfica: 2: Comparación voltaje máximo promedio permitido para el tablero 1.....	29
Gráfica: 3: Hábitos al salir de instalaciones del hospital.....	76
Gráfica: 4: Hábitos realizados cuando hay luminarias que no son utilizadas.	77
Gráfica: 5: Preferencia del tipo de iluminación.....	78
Gráfica: 6: Necesidad de iluminación artificial.....	79
Gráfica: 7: Horario de uso de luminarias.	80
Gráfica: 8: Hábito de desconectar equipos que no son utilizados.	81
Gráfica: 9: Importancia de ahorrar energía.	81
Gráfica: 10: Uso de aires acondicionados.	82
Gráfica: 11: Conclusiones del Diagnóstico del Consumo Eléctrico para el mes de mayo de 2019	98

INTRODUCCIÓN

EL presente trabajo de grado es una investigación orientada al ahorro del consumo de energía eléctrica en el Hospital Nacional de Chalchuapa. El ahorro de la energía eléctrica es un tema que le compete a todos los seres humanos, esto debido a que el uso inadecuado de este recurso implica un mayor desembolso económico, así como los impactos negativos que este puede tener en el medio ambiente.

Las instituciones públicas y privadas constantemente buscan reducir sus costos, en las públicas para distribuir su presupuesto de una mejor manera y en las privadas para aumentar sus utilidades. El Hospital ha presentado un incremento en los pagos por concepto de energía eléctrica y es por ello que surge la necesidad de este estudio para focalizar de una mejor forma el consumo de energía y garantizar su adecuado control en el futuro.

La investigación de esta problemática se realizó por el interés por parte de las autoridades del hospital en mitigar el costo por concepto de energía eléctrica.

Este estudio está dividido en 5 capítulos a lo largo de los cuales se desarrolla la problemática encontrada y se proponen vías de solución que brinden un adecuado control y promuevan el ahorro, involucrando tanto al personal como también a los dispositivos que componen el sistema eléctrico del hospital.

En el capítulo I se abordan las generalidades del estudio, las cuales marcan el panorama de la investigación y presentan aspectos referentes a la institución en la cual fue realizado el estudio, detallando además el propósito que se persigue y justificando el porqué de su realización.

En el capítulo II se presenta el marco teórico, este capítulo presenta la teoría que sustenta el estudio, definiendo y presentando conceptos y temáticas que serán utilizadas a lo largo de la investigación.

En el capítulo III se detalla el diagnóstico del consumo eléctrico del Hospital Nacional de Chalchuapa, para ello se hace uso de la metodología y el diseño de la investigación,

detallando el tipo del estudio y apoyándose de técnicas de investigación como: encuesta, observación y entrevista.

En el capítulo IV se muestra el plan de ahorro del consumo eléctrico, para este plan se retomaron las conclusiones y hallazgos encontrados en el capítulo III. El plan se aborda en torno a la propuesta de dos estrategias de ahorro: la estrategia número uno consiste en la administración de los sistemas que eléctricos que componen el hospital, los cuales son: sistema de iluminación, sistema de ofimática, sistema de aires acondicionados, instalaciones estructurales y otros equipos y por último la cultura energética; la estrategia dos consiste en la Implementación de un Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico.

En el capítulo V se desarrolla el estudio económico del plan, para ello se traduce el ahorro en kW/h al mes en dólares y se presentan los costos en los que se incurre por la implementación de las diferentes acciones del plan, luego se hace uso de técnicas como el Valor Actual Neto(VAN) y la Tasa Interna de Retorno(TIR) con el fin de evaluar la rentabilidad del plan, luego se evalúa en cuanto tiempo se recupera la inversión en el caso de ser rentable.

Las conclusiones se presentan como un resumen de los hallazgos que fueron encontrados y las sugerencias para las autoridades competentes a las cuales está dirigido este estudio respectivamente.

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL ESTUDIO

1.1 Marco de referencia

1.1.1 Antecedentes de la institución

Para realizar una correcta investigación, se presentan los sucesos previos al inicio del Hospital Nacional General de la ciudad de Chalchuapa, con el objetivo de conocer su fundación y como ha venido evolucionando a lo largo de los años.

El Hospital Nacional de Chalchuapa se encuentra ubicado en Final avenida 2 de abril Norte Barrio las Ánimas y Calle By Pass, Municipio de Chalchuapa, Departamento de Santa Ana, El Salvador.

Su estructura organizativa actual es la siguiente:

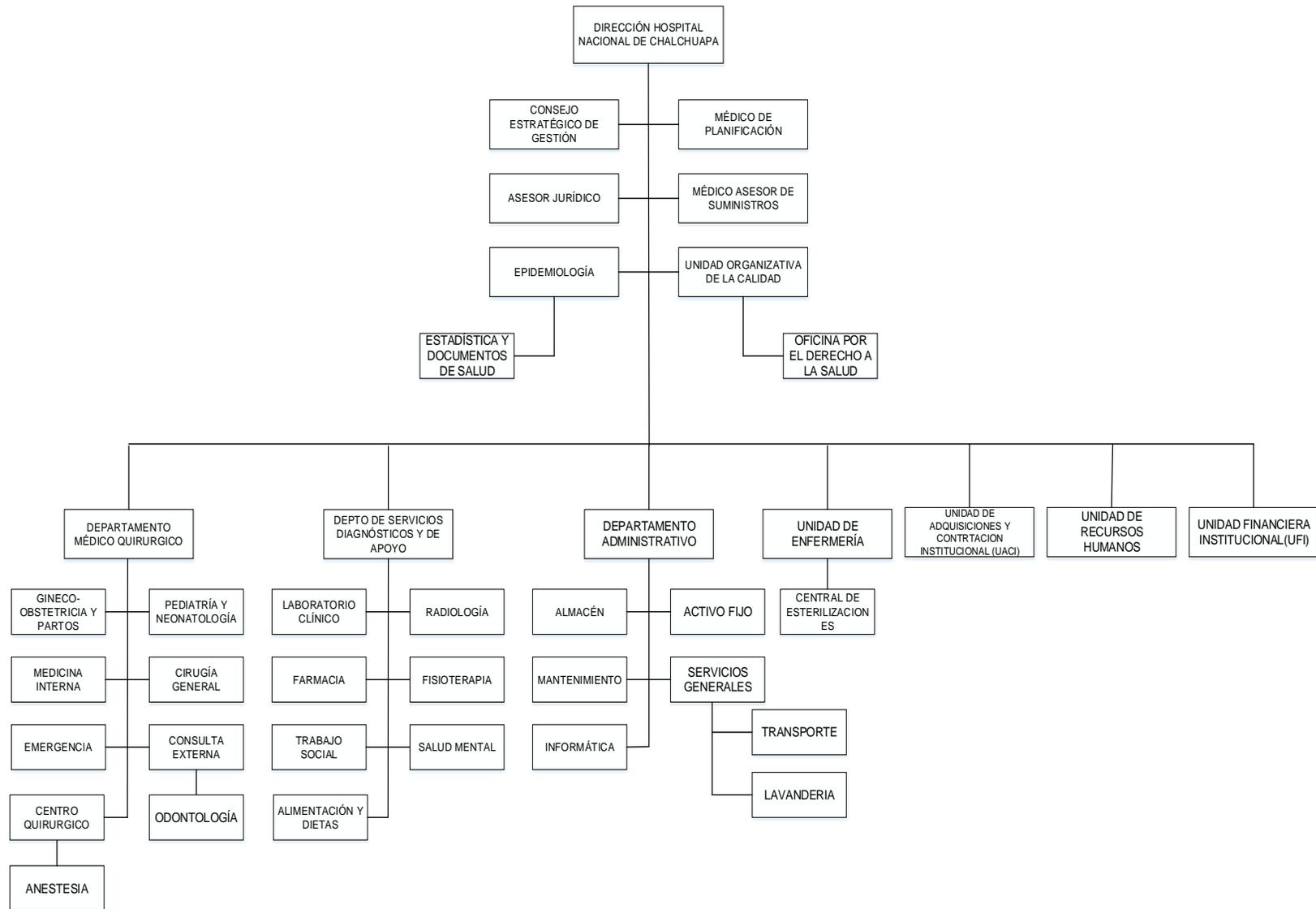


Figura 1: Estructura Organizacional del Hospital Nacional de Chalchuapa

Fuente: Organigrama de la institución

Sobre las fechas de la fundación del Servicio de Salud no existen datos precisos, se considera que el Hospital funciona desde 1900. En 1954 la Unidad de Salud se adjuntó al Hospital de Chalchuapa quedando en funcionamiento el Centro de Salud de Chalchuapa (Ministerio de Salud Portal de transparencia, 2014)

Sin embargo, en 1989-1990 se determina la necesidad de crear una descentralización efectiva de la atención a los pacientes creándose los Sistemas Locales de Salud (SILOS) y se coordinan acciones y actividades con las diferentes instituciones pertenecientes al sector (ISSS, ANTEL, Sanidad Militar, etc.). A junio de 1991 la red de establecimientos se incrementó a 387 de los cuales 340 se encontraban abiertos y 46 estaban cerrados. En 1992 se da la implementación y seguimiento del Subsistema de Información Gerencial (SIG) en los Hospitales de Chalatenango, Rosales, Maternidad y en los Centros de Salud de Nueva Concepción, San Bartolo y Chalchuapa. Es así como el hospital de Chalchuapa inicio sus operaciones oficialmente en ese mismo año.

El Hospital Nacional de Chalchuapa tiene un terreno de 28,614.60 metros cuadrados del cual solo 4,992 metros cuadrados han sido construidos, al inicio el terreno fue de FENADESAL que posteriormente paso a formar parte de los bienes de FONAVIPO y donado al Ministerio de Salud y Asistencia Social para el funcionamiento del Hospital de Chalchuapa. Es así como la institución inicio sus funciones el 24 de octubre de 1981, pero fue hasta 1996 cuando es elevado a la categoría de Hospital.

Con respecto a su crecimiento en áreas de atención, desde el mes de febrero de 1997 se cuenta con área de salud mental, la cual se encuentra ubicada en la Consulta Externa, anteriormente se ubicaba en un área muy reducida de tan solo 2mts X 1.5 mts. Construido con divisiones de madera en esta unidad. Sus inicios fueron muy complicados y dificultosos él y la paciente no contaban con privacidad pues se escuchaba algunas veces la conversación, al ver esta necesidad de mejorar el área se tomó la iniciativa de mejorar las condiciones en esta unidad y así brindar atención en esta rama con calidad y calidez humana. Es así como el área de salud mental se ubicó donde antes era el consultorio número 1, este consultorio fue remodelado donde existe ahora 4 áreas, siendo esta área lúdica, intervención en crisis, atención psicológica y atención grupal, en cuanto a los recursos existentes tenemos 1 recurso de Psicología y eventualmente alumnos en servicio social. El presupuesto fue de \$1,119.53, Autofinanciado. El 22 de enero 2013 se inaugura el área de salud mental. (Ministerio de Salud Portal de transparencia, 2014)

Con la ayuda del gobierno de Italia se pudo remodelar las áreas de Unidad de Emergencia, Centro quirúrgico, Partos, Neonatos, Obstetricia, Pediatría, así como compra de vehículos nuevos (1 ambulancia 2013, 1 pick up 2010), además contribuyo al equipamiento en dichas áreas como en otras. El proyecto llevo por nombre Mejoramiento funcional y desarrollo de la red integrada de los servicios de salud del Hospital Nacional de Chalchuapa, con una inversión de dos millones y medio. Inició en 2009 y finalizo en 2013, inaugurando así el proyecto el 16 de Julio 2013, bajo la Dirección de Dr. Walter Ernesto Flores Alemán.

Como se puede apreciar en un lapso de tiempo de alrededor de treinta años el Hospital Nacional General de Chalchuapa ha experimentado una serie de cambios muy notables, no obstante, el incremento de estas áreas ha llevado consigo el incremento del consumo energético y en la actualidad el dato de la capacidad instalada es desconocido es por ello que es importante realizar un plan de ahorro de este insumo que brinde la información de las condiciones instaladas actualmente y su manera de economizar y aprovechar al mismo tiempo esta capacidad.

1.1.2 Distribución actual de la institución

Debido a que en el hospital hay dos tableros de medición de consumo eléctrico es necesario conocer los diferentes edificios o la repartición estructural para poder determinar las partes que son alimentadas por cada uno de los tableros.

En el hospital funcionan diferentes especialidades, la Institución da atención de segundo nivel siendo las atenciones: ambulatoria, emergencia y hospitalización en las siguientes áreas: Medicina General, Cirugía General, Ginecología, Obstetricia, Medicina Interna, Pediatría, Neonatos. Además, el hospital cuenta con el departamento de Epidemiología donde se da la vigilancia epidemiológica. En cuanto a los servicios de apoyo clínico con los que cuenta el nosocomio están: Laboratorio Clínico, Farmacia, Rayos X (estas tres áreas funcionan 24 horas al día), además de contar con un área de Fisioterapia, servicio de Ultrasonografía obstétrica nivel I, electrocardiograma.

El Hospital de Chalchuapa en cuanto a algunas generalidades de los recursos existen 13 médicos residentes bajo la modalidad de educación continuada, así como alumnos de enfermería y de fisioterapia (estas dos últimas áreas debido a convenios con las instituciones de educación superior este consiste en utilizar las instalaciones y diferentes servicios para la

realización de las prácticas profesionales, siempre y cuando no se ponga en riesgo la vida de los pacientes).

El hospital consta de 6 edificios de 1 planta cada uno de ellos, el plano arquitectónico actual se puede ver en el *Anexo 1*, las áreas con las que cuentan los edificios se describen a continuación:

- Edificio o módulo 1 – Consulta externa, consta de 12 consultorios, 11 de medicina general y 1 de odontología.
- Edificio o módulo 2 – Emergencia, Farmacia, Rayos X y laboratorios.
- Edificio o módulo 3 – Sala de partos y Sala de operaciones.
- Edificio o módulo 4 – Pediatría y Maternidad.
- Edificio o módulo 5 – Medicina mujeres y Medicina hombres (hay 8 habitaciones).
- Edificio o módulo 6 – Morgue, sala de máquinas, arsenal, lavandería, cocina, bodegas, almacén, entre otros (no hay habitaciones para pacientes).
- Módulo 7 – Se han agrupado en el módulo 7 a las construcciones más pequeñas que se encuentran fuera de los edificios como Dirección, Administración, Mantenimiento, entre otros.

El espacio total construido del Hospital Nacional de Chalchuapa es de 4992 metros cuadrados.

El tablero de la parte antigua del hospital controla la alimentación eléctrica de los edificios 1, 3, 4, 5 y 6 área de mantenimiento, fisioterapia y Administración UFI. Mientras que el tablero de la parte nueva del hospital mide el consumo del edificio número 2 y las oficinas administrativas.

1.1.3. Antecedentes del estudio

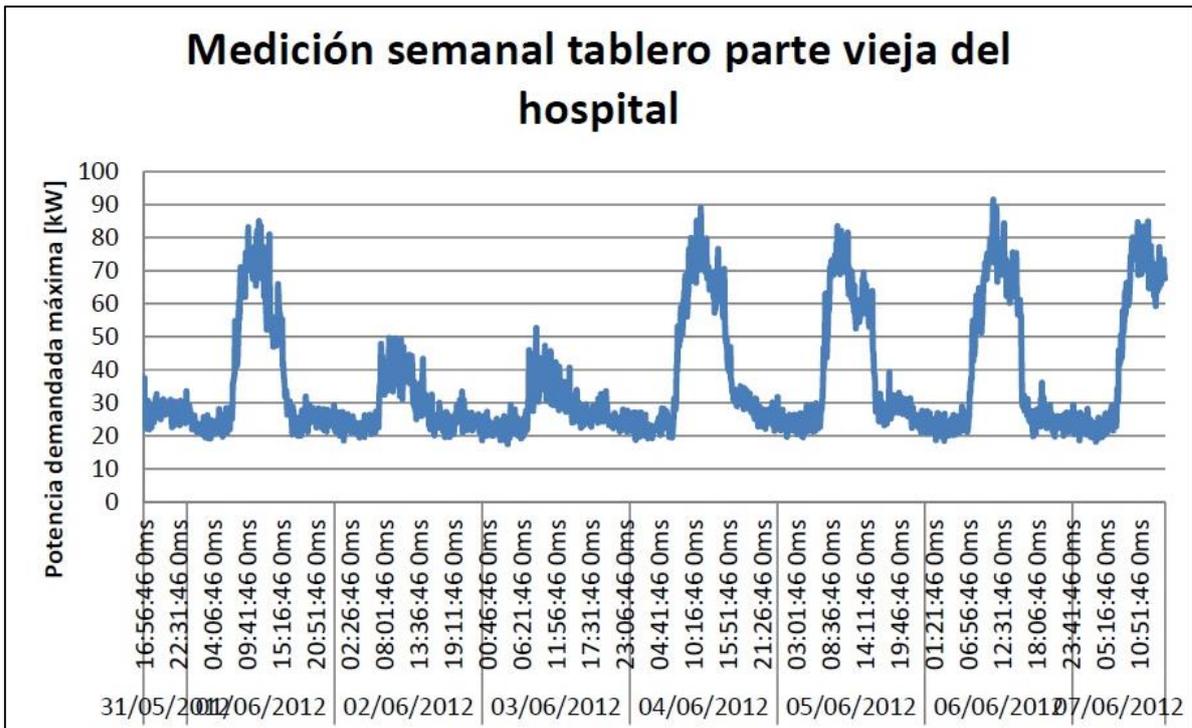
El ahorro de energía es un tema que ha cobrado gran importancia en nuestros tiempos, pero lo más importante es que al lograr un mejoramiento en esta área repercute en un beneficio a futuro con la disminución del gasto generado por el consumo de energía eléctrica. Dada la situación energética nacional y mundial, se detecta la enorme, urgente e importante necesidad de desarrollar planes efectivos para el ahorro de energía eléctrica en todas las áreas posibles.

En los últimos años, en el Hospital Nacional de Chalchuapa se han encontrado diversas manifestaciones de consumo excesivo de energía eléctrica producto del desconocimiento de la demanda energética, lo cual se ve reflejado mes a mes en la facturación eléctrica. Los principales consumos de energía eléctrica están en el equipo de informática, sistemas de aire acondicionado, la iluminación y otros equipos eléctricos, presentando, tecnología ineficiente, además de no cumplir con la norma de niveles de iluminación, por esta razón se realizó un diagnóstico energético, con miras a mejorar el sistema eléctrico, la cultura de ahorro de energía en los usuarios y así obtener ahorros energéticos.

En el Hospital Nacional de Chalchuapa se realizó una Auditoría Energética en el año 2012, dicha auditoría fue motivada para contribuir al ahorro energético del hospital y país en general.

Los datos más relevantes de esta investigación se muestran a continuación;

En el informe técnico de evaluación energética realizado por la Universidad Centroamericana de El Salvador (David Antonio Guzmán, 2012) se realizaron mediciones para determinar la hora en que existe un mayor consumo de energía en el día. En dicho informe se tomaron mediciones de los parámetros eléctricos en el tablero que alimenta la parte vieja del hospital la cual contiene la mayor parte de la carga total del hospital, en la siguiente gráfica se muestra la potencia demandada por dicha parte del hospital:



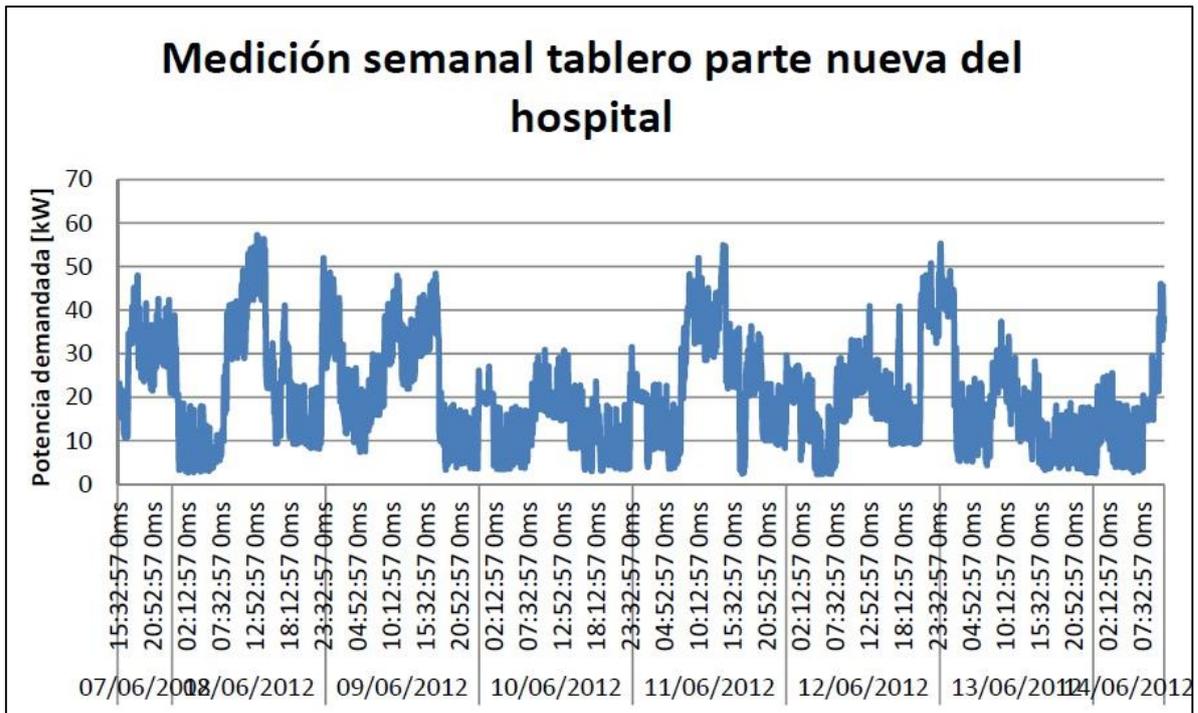
Gráfica: 1: medición semanal tablero parte vieja del hospital.

Fuente: informe técnico de evaluación energética en el HNCH

Se puede observar en la silueta que forma la gráfica que la mayor parte de la demanda se da entre las 7:00 de la mañana y 3:30 de la tarde, esto se debe a que la mayor carga conectada a este tablero son los aires acondicionados del sector administrativo del hospital el cual labora en esas horas. La máxima demanda se da a las 11:00 de la mañana y alcanza un valor de 91.44 kW.

Del mismo modo se tomaron mediciones de los parámetros eléctricos en el tablero que alimenta la parte nueva del hospital la cual contiene luminarias más eficientes que la parte vieja (T8 en lugar de T12) y aires acondicionados central para la parte de cirugía, maternidad y emergencia.

En la siguiente gráfica se muestra la potencia demandada por dicha parte del hospital:



*Gráfica: 2: Comparación voltaje máximo promedio permitido para el tablero 1
Fuente: informe técnico de evaluación energética en el HNC*

Se observa que la máxima demanda fue de 57.24 kW, pero a diferencia de la gráfica de la parte vieja, la parte nueva no tiene una tendencia definida debido a que su máxima potencia demandará cuando se realicen operaciones, lo cual por ejemplo se ve reflejado que en la fecha 08/06/2012 se dio un pico de demanda a las 11 de la noche de 51 kW, posiblemente esto se debe a que se tuvo que realizar una operación de emergencia.

- **Información sobre otros estudios realizados referentes al tema en estudio**

Sin embargo, información como planos eléctricos, planes de ahorro de energía, capacitaciones al personal o datos similares no están establecidos ningún escrito físico. Además, no se encontró información o documentos referentes a estudios que se enfoquen en la utilización de energías alternativas como la solar, así como también antecedentes sobre estudios que busquen unificar todas las luminarias del hospital a un tipo de luminaria led.

1.2. Planteamiento del problema

El Hospital Nacional de Chalchuapa, del departamento de Santa Ana, tiene un consumo importante de energía eléctrica, dada la naturaleza de la institución es indispensable en numerosos procesos y funcionamiento de las instalaciones.

Con el paso de los años se han venido realizando una serie de modificaciones en las instalaciones del Hospital, modificaciones tales como ampliación y construcción de nuevas áreas de atención, las cuales han sido necesarias en vista de la demanda que se tiene en el mismo, al ampliar la infraestructura y modificar la existente tiene una serie de implicaciones que repercuten en el costo de los insumos y servicios necesarios para crear y mantener las nuevas instalaciones.

En el Hospital existe un alto consumo de energía eléctrica debido a los cambios que se han realizado y la creciente demanda por los servicios médicos, sin embargo, se han detectado algunos problemas en la red eléctrica del Hospital como lo son: consumo excesivo de energía, falta de conciencia de ahorro energético, utilización de tecnología deficiente, la iluminación natural no es usada correctamente, uso de luz artificial innecesaria y el desinterés en la búsqueda de energías alternativas.

Actualmente el servicio eléctrico del Hospital lo provee la empresa CLESA, la cual suministra 208 voltios, teniendo una entrada principal de 13,000 voltios; una entrada secundaria de 120 voltios, la institución cuenta además con una subestación de tres transformadores de 167 Kva cada uno, siendo un total de 501 Kva para toda la subestación. En caso de corte del suministro o problemas con el mismo, en el Hospital se cuenta con dos plantas de energía eléctrica que abastecen el 100% de las necesidades de energía.

- **Enunciado del problema**

El consumo de energía eléctrica del Hospital Nacional de Chalchuapa, ha presentado un incremento muy elevado en los últimos años, esto debido a ciertos factores tales como:

- Falta de hábito de cultura de ahorro por parte de los trabajadores/as del Hospital
- Desinterés por el cuidado de las instalaciones.
- Nuevos aparatos eléctricos/electrónicos se han ido añadiendo sin analizar su integración a la red eléctrica actual
- No cuentan con el uso apropiado de la luz natural
- Uso innecesario de luz artificial.
- Carencia de energías renovables como la solar.

Todo lo anterior constituye el problema a investigar para realizar una propuesta de reducción en Kilowatt que se traducirá en ahorro económico.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar una propuesta para el ahorro de energía eléctrica en el Hospital Nacional de Chalchuapa, departamento de Santa Ana.

1.3.2. Objetivos específicos

- Recopilar toda la información existente acerca del problema de consumo excesivo de energía eléctrica en el Hospital Nacional de Chalchuapa, departamento de Santa Ana.
- Diagnosticar el consumo eléctrico actual en el Hospital Nacional de Chalchuapa, departamento de Santa Ana.
- Analizar la información recolectada en el diagnóstico para concluir y recomendar medidas puntuales en el ahorro de energía eléctrica.
- Elaborar un plan con medidas de actuación que garanticen la reducción del consumo eléctrico, sin afectar el desempeño y requerimientos energéticos de todas las funciones que se llevan a cabo.
- Realizar una evaluación financiera de la implementación de la propuesta del plan de ahorro de energía eléctrica en el Hospital Nacional de Chalchuapa, del departamento de Santa Ana.

1.4. Justificación

El Hospital Nacional de Chalchuapa es una entidad sin fines de lucro, cuya principal fuente de ingreso proviene del presupuesto asignado por el estado destinado al sector salud, debido a esto es necesario que el consumo de energía eléctrica sea controlado.

En base a la información proporcionada por el Ing. Juan Felipe Castaneda Escobar, Jefe del departamento administrativo en el Hospital Nacional de Chalchuapa, actualmente el hospital no cuenta con un control adecuado de todos los dispositivos que forman parte del sistema eléctrico, esto se debe a que a lo largo de los años se han ido añadiendo nuevos dispositivos a la red eléctrica sin tomar en consideración la capacidad de esta y su respectivo consumo, esto se debe a la ampliación de las áreas del hospital que generan una nueva demanda en el consumo eléctrico, incrementando así, el monto de la factura eléctrica.

El plan de ahorro para el consumo de energía eléctrica surge como una respuesta a la necesidad que se tiene actualmente en relación con su consumo y como medida para su control adecuado, generando de esta manera una alternativa de solución a la problemática actual por medio de un análisis técnico de todos los problemas existentes

1.5. Alcances Globales

El proyecto se centra en la realización de una propuesta de un plan para el ahorro de energía eléctrica en El Hospital Nacional General de Chalchuapa. Esto incluye:

- Diagnóstico del consumo actual de energía eléctrica en el Hospital Nacional de Chalchuapa.
- Propuesta de un plan para el ahorro de energía eléctrica en el Hospital Nacional de Chalchuapa.
- Analisis sobre el beneficio económico que se obtendría con la implementación de la propuesta del plan de ahorro de energía eléctrica.
- Conclusiones y recomendación de los hallazgos.

1.6. Limitaciones

Algunos proyectos de investigación poseen limitantes, las cuales pueden de alguna manera afectar la realización de dicha investigación, sin embargo, para este proyecto. No se encontró ningún tipo de limitante que impida la realización de la investigación.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

A lo largo de toda la historia del ser humano la electricidad ha sido y será siempre un medio de desarrollo económico de una sociedad ya que mejora las condiciones de vida de la población.

La electricidad es de vital importancia en cualquier nivel de trabajo, en especial en instituciones públicas que se dedican a brindar un bien a la sociedad como lo es el hospital. Es por esto por lo que en dichas instituciones se necesita una guía y acciones de mejoras en cuanto a la optimización de este recurso. Por tal razón se prevé la realización de una propuesta que involucre un plan para el ahorro de energía eléctrica.

2.1. Definición de energía eléctrica.

Se le conoce como energía cuando existe una habilidad para generar un movimiento o para lograr que algo se transforme.

Por otra parte, eléctrico (del latín *electrum*), es lo que trata o guarda relación con la electricidad. Es, según los expertos, una propiedad esencial que se caracteriza por la repulsión o la atracción que se genera entre las porciones de una materia, de acuerdo con la presencia de protones (de carga positiva) o de electrones (cuyas cargas son negativas) (Porto & Gardey, 2012)

2.1.1. Definición de corriente eléctrica, potencia, carga, voltaje.

Podemos afirmar entonces que la **corriente eléctrica** es el movimiento de electrones a través de un conductor. Y esta a su vez está dividida según el tipo de voltaje con el cual es energizado el elemento de carga, teniendo así dos tipos de corriente: corriente alterna (c.a.) y corriente directa (c.d), si la corriente se mueve en pulsaciones irregulares, siempre que lo haga en una sola dirección será cd.

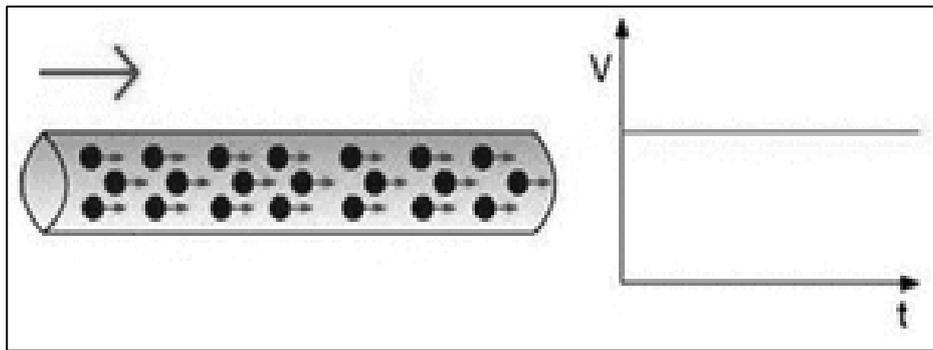


Figura 2: flujo de corriente continua
Fuente: Propia.

La **corriente alterna** (ca) se caracteriza por el cambio de sentido de la corriente varias veces por segundo. Cada conductor cambia de ser polo positivo a ser polo negativo, pasando por el valor cero es decir tal como su nombre lo indica, los electrones del circuito se desplazan primero en una dirección y luego en sentido opuesto, con un movimiento de vaivén en torno a posiciones relativamente fijas.

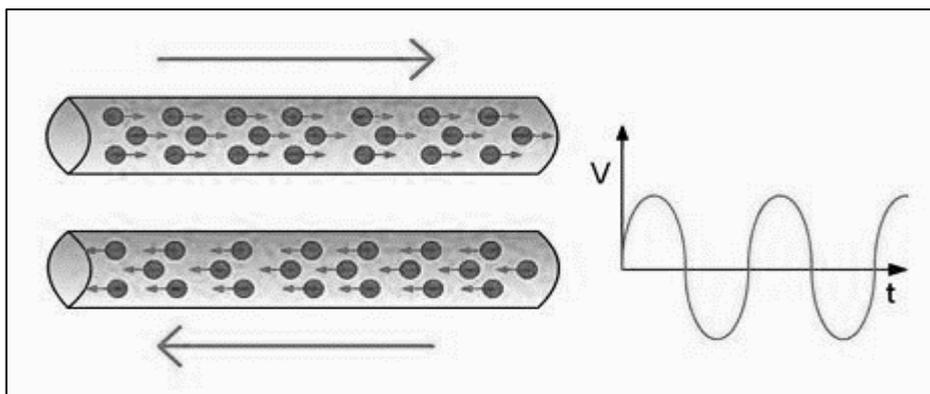


Figura 3: flujo de corriente alterna
Fuente: Propia.

La **potencia eléctrica** es la magnitud utilizada para medir o ponderar el consumo generación de energía eléctrica, es decir potencia es un dato o factor que indica la cantidad de energía eléctrica transferida de una fuente de generación a un elemento consumidor por unidad de tiempo.

La **carga eléctrica** es una propiedad física inherente de algunas partículas subatómicas que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión entre ellas a través de campos electromagnéticos. Es decir, la carga eléctrica es una propiedad de la materia que provoca que los cuerpos se atraigan o se repelan entre ellos debido a la aparición de campos

magnéticos generado por las mismas cargas. La unidad de carga eléctrica se denomina el nombre de culombio.

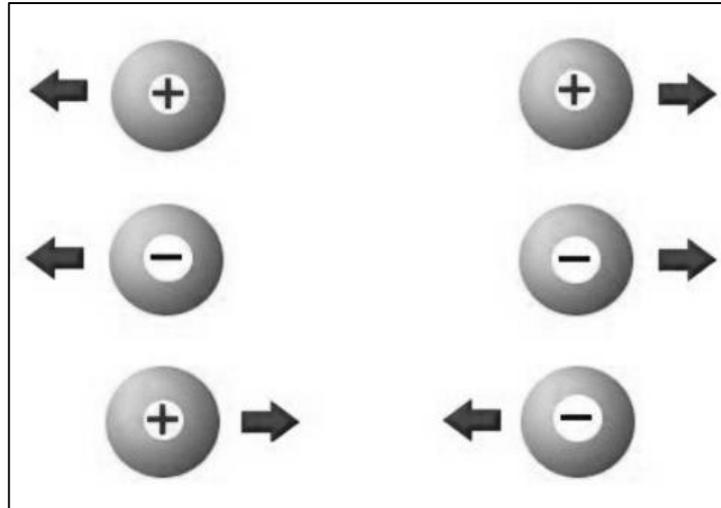


Figura 4: Interacción de cargas
Fuente: Propia.

Voltaje: es la magnitud física que, en un circuito eléctrico, impulsa a los electrones a lo largo de un conductor. Es decir, conduce la energía eléctrica con mayor o menor potencia. (Bembibre, 2009)

2.1.2. Fuentes de Energía

Para que se produzca una corriente eléctrica es necesario que exista una diferencia de potencial o tensión eléctrica entre dos puntos. Dicha diferencia se puede conseguir por distintos procedimientos.

A fin de obtener energía útil para el desarrollo el hombre ha recurrido a las llamadas fuentes de energía, el medio por el cual se canalizan los recursos (energía primaria) que brinda la naturaleza los cuales se transforman en energía capaz de satisfacer las necesidades de una sociedad a través de bienes y servicios (energía secundaria).

“Las fuentes de energía se describen de acuerdo con su funcionamiento y su impacto en el ambiente”. (SERVIN, 2013)

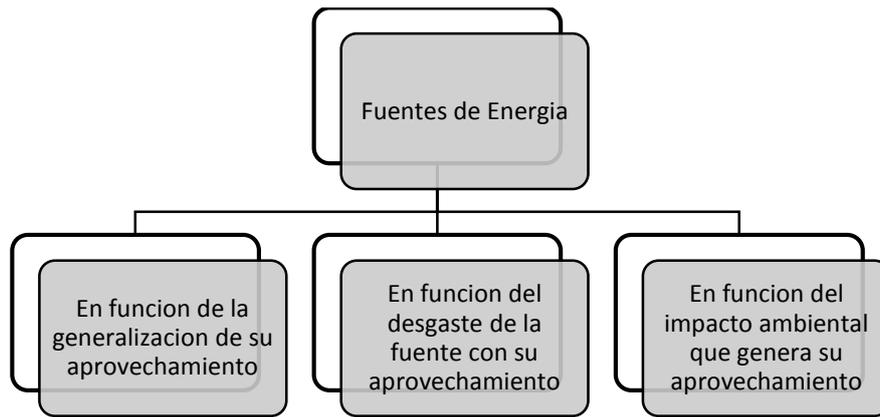


Figura 5: Clasificación de las fuentes de energía
Fuente: Propia.

Fuentes de Energía según su generalización: Energía convencional y Energía alternativa.

La energía convencional es la que cuenta con una tecnología para su explotación, desarrollada y difundida por todo el mundo. Por otra parte, la energía alternativa es aquella cuyo desarrollo tecnológico está aún en fase de investigación o están sujetas a distintas pruebas de valoración.

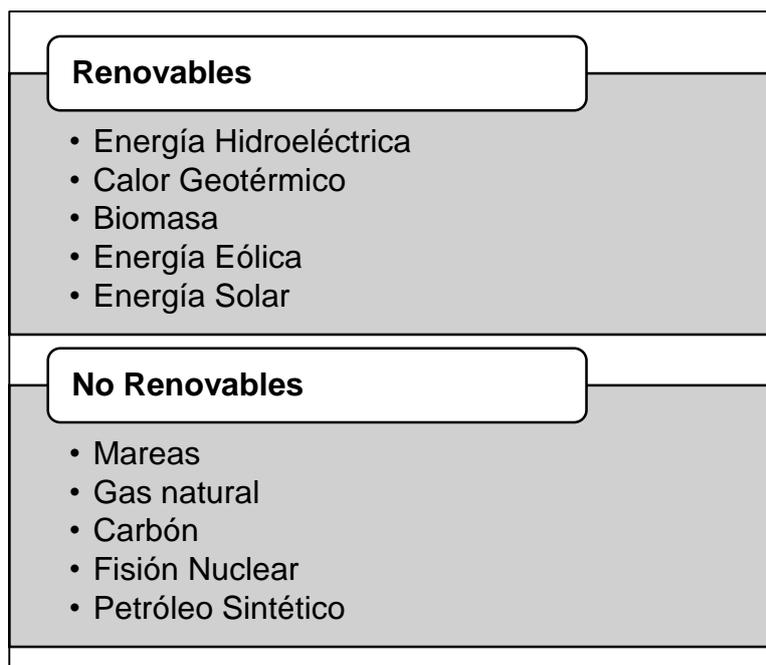
Fuentes de Energía según su desgaste: Energía renovable y Energía no renovable.

La energía renovable es la que posee la capacidad de regenerarse a sí misma y se considera como una fuente inagotable de energía siempre y cuando no se alteren sus factores de regeneración. La energía no renovable carece de auto regeneración, es decir, una vez empleada como energía útil ya no se puede recuperar por lo tanto su aprovechamiento es finito.

Fuentes de Energía según su desgaste: Energía blanda y Energía dura.

La energía blanda no afecta de manera considerable el ecosistema, se considera una energía limpia y de bajo impacto ecológico. Sin embargo, la energía dura es altamente contaminante ocasionando serios cambios que afectan todo el entorno que los rodea.

Las fuentes de energía primaria se clasifican como energías renovables y no renovables, como se muestra en la tabla



*Figura 6: Formas de energía primaria renovable y no renovable
Fuente: Propia.*

Con el tiempo el hombre fue aprendiendo gradualmente a aprovechar las fuentes de energía que le brindaba la naturaleza y en la época moderna aparecieron diferentes formas más sofisticadas de aprovecharla, complejos denominados plantas de generación. Aquí es donde adquieren una gran importancia las fuentes de energía, como medios de producción en la generación de energía, principalmente como energía eléctrica.

2.2. Etapas del proceso productivo de la energía eléctrica

El incesante crecimiento de la demanda eléctrica anual que enfrenta El Salvador es bastante significativo, esto permite que las generadoras de energía eléctrica eleven su producción todos los años a un nivel que siga a la par del crecimiento de la demanda. La estructura de generación de electricidad que posee El Salvador es diversa en cuanto al tipo de recursos, así tenemos que las generaciones netas por la cual depende el país son: generación hidroeléctrica (36.0%), generación geotérmica (25.0%), generación térmica (39.0%).

2.2.1. Etapa de generación de electricidad

Generación:

En general, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras, en energía eléctrica.

Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, que ejecutan alguna de las transformaciones citadas. Estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

La generación eléctrica se realiza, básicamente, mediante un generador; si bien estos no difieren entre sí en cuanto a su principio de funcionamiento, varían en función a la forma en que se accionan. Explicado de otro modo, difiere en qué fuente de energía primaria utiliza para convertir la energía contenida en ella, en energía eléctrica.

2.2.1.1. Tipos de generación de energía eléctrica

En general, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, solar entre otras), en energía eléctrica. Los diferentes tipos de generación de corriente eléctrica son los siguientes:

2.2.1.1.1 Plantas Hidroeléctricas.

Las plantas hidroeléctricas utilizan los ríos como recurso para generar energía. Primero, se construyen embalses donde el agua incide en una turbina hidráulica, produciéndose así energía mecánica, que es proporcionada a un generador para que este la convierta en energía eléctrica. La función de una planta hidroeléctrica es utilizar la energía potencial del agua en energía mecánica y luego convertirla en energía eléctrica.

2.2.1.1.2 Plantas Térmicas

En este grupo caben todas las plantas generadoras que utilizan como fuente primaria el calor proveniente de los combustibles, el calor del mar o del sol. De esta forma pueden ser de combustión o de no combustión. Las plantas Solares térmicas (las que usan el calor del sol) también están consideradas dentro de este tipo de plantas generadoras de energía eléctrica.

2.2.1.1.3 Plantas Geotérmicas

Son aquellas plantas que utilizan el vapor de agua, almacenado bajo la superficie de la tierra. En su estado natural a esta fuente de energía se le llama energía calórica o geotérmica, que luego es transformada en energía eléctrica. El recurso primario puede consistir en agua caliente o en vapor a alta temperatura, acumulados en formaciones geológicas subterráneas a las que se accede mediante pozos perforados en la corteza terrestre con técnicas similares a las de las empresas petroleras.

2.2.1.1.4 Plantas Eólicas

Es la energía que se puede obtener proveniente de la fuerza del viento. En este sistema se utiliza el mismo principio de los molinos de viento, es decir, se aprovecha la energía eólica, que mueve las aspas, que a su vez mueven el eje de unión con el generador. Se transforma con ello la energía mecánica en energía eléctrica. Existen diferentes tipos de diseños, con eje vertical o eje horizontal. Los generadores junto con las aspas se encuentran sobre una estructura llamada torre de soporte.

2.2.1.1.5. Plantas Nucleares

La energía nuclear es empleada en la generación de electricidad para su uso civil, en particular mediante la fisión de uranio enriquecido. Para ello se utilizan reactores en los que se hace fisión o fusión de un combustible. El funcionamiento básico de este tipo de instalaciones industriales es idéntico a cualquier otra central térmica, sin embargo, poseen características especiales con respecto a las que usan combustibles fósiles. Las emisiones directas de gases de efecto invernadero en la generación de electricidad son nulas (Callarisa, 2019).

2.2.2. Etapa de elevación de tensión

La etapa de elevación de la tensión es la etapa posterior de la generación de energía y su importancia radica en la transmisión de la electricidad, pues, debido a que en su mayoría las plantas generadoras se encuentran localizadas fuera del área donde se sitúan la mayor parte de usuarios, se tienen pérdidas debido a las grandes distancias que debe recorrer la corriente eléctrica. Una elevación en la tensión significa una disminución de la intensidad que circula por las líneas transmisoras, y, por tanto, las pérdidas por calentamiento en los conductores y por efectos electromagnéticos disminuyen.

Usar tensión alta en la transmisión de la potencia eléctrica tiene como principal ventaja que la intensidad de la corriente es menor, esto produce menor pérdida energética, además, reduce costos en cableado pues a menor corriente los conductores se reducen en área usando así calibres menores.

Para elevar la tensión de salida del generador se utiliza un dispositivo llamado transformador elevador, este se encarga de convertir la energía eléctrica alterna de un nivel de tensión en energía alterna de otro nivel de alta tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo, pero aisladas entre sí eléctricamente.

La relación entre la fuerza electromotriz inductora (**E_p**), la aplicada al devanado primario y la fuerza electromotriz inducida (**E_s**), la obtenida en el secundario, es directamente proporcional al número de espiras de los devanados primario (**N_p**) y secundario (**N_s**), según la ecuación:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Figura 7: Formula de proporción entre voltaje y número de espiras entre primario y secundario.
Fuente: Propia.

La **relación de transformación (m)** de la tensión entre el bobinado primario y el bobinado secundario depende de los números de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario, en el secundario habrá el triple de tensión.

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = m$$

Figura 8: Formula de proporción entre primario y secundario en relación con transformación.
Fuente: Propia

Dónde: (**V_p**) es la tensión en el devanado primario o tensión de entrada, (**V_s**) es la tensión en el devanado secundario o tensión de salida, (**I_p**) es la corriente en el devanado primario o corriente de entrada, e (**I_s**) es la corriente en el devanado secundario o corriente de salida.

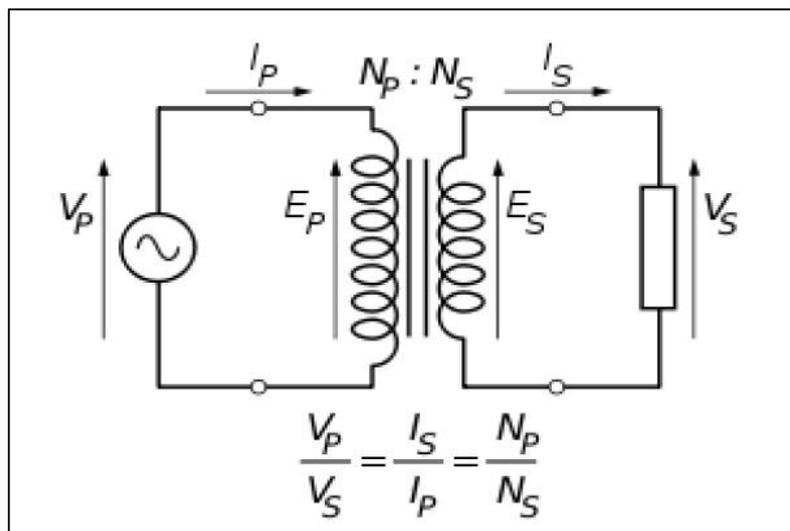


Figura 9: Símbolo de transformador.
Fuente: (Wikipedia, 2014)

Esta particularidad se utiliza en la red de transporte de energía eléctrica: al poder efectuar el transporte a altas tensiones y pequeñas intensidades, se disminuyen las pérdidas

por el efecto Joule y se minimiza el costo de los conductores. Así, si el número de espiras (vueltas) del secundario es 100 veces mayor que el del primario, al aplicar una tensión alterna de 230 voltios en el primario, se obtienen 23.000 voltios en el secundario (una relación 100 veces superior, como lo es la relación de espiras). A la relación entre el número de vueltas o espiras del primario y las del secundario se le llama relación de vueltas del transformador o relación de transformación. Ahora bien, como la potencia eléctrica aplicada en el primario, en caso de un transformador ideal, debe ser igual a la obtenida en el secundario:

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 \\ V_1 I_1 &= V_2 I_2 \end{aligned}$$

Figura 10: Relación de potencias entre primario y secundario
Fuente: Propia

El producto de la diferencia de potencial por la intensidad (potencia) debe ser constante, con lo que, en el caso del ejemplo, si la intensidad circulante por el primario es de 10 amperios, la del secundario será de solo 0,1 amperios (una centésima parte).

2.2.3. Etapa de transporte de energía

La **Red de Transporte de Energía Eléctrica** es la parte del sistema de suministro eléctrico constituida por los elementos necesarios para llevar hasta los puntos de consumo y a través de grandes distancias la energía generada en las centrales eléctricas.

Para ello, los volúmenes de energía eléctrica producidos deben ser transformados, elevándose su nivel de tensión. Esto se hace considerando que, para un determinado nivel de potencia a transmitir, al elevar el voltaje se reduce la corriente que circulará, reduciéndose las pérdidas por efecto Joule. Con este fin se emplazan subestaciones elevadoras en las cuales dicha transformación se efectúa empleando transformadores, o bien autotransformadores. De esta manera, una red de transmisión emplea usualmente voltajes del orden de 220 kV y superiores, denominados alta tensión, de 400 kV.

2.2.4. Etapa de transformación de energía

Transformador de entrada

El transformador de entrada reduce la tensión de red (generalmente 220 o 120 V) a otra tensión más adecuada para ser tratada, esto se hace para simplificar el manejo de esa tensión. Solo es capaz de trabajar con corrientes alternas. Esto quiere decir que tanto la tensión de entrada como la de salida serán alternas (Gomez, 2010).

Consta de dos arrollamientos sobre un mismo núcleo de hierro, ambos arrollamientos, primario y secundario, son completamente independientes y la energía eléctrica se transmite del primario al secundario en forma de energía magnética a través del núcleo. El esquema de un transformador simplificado es el siguiente:

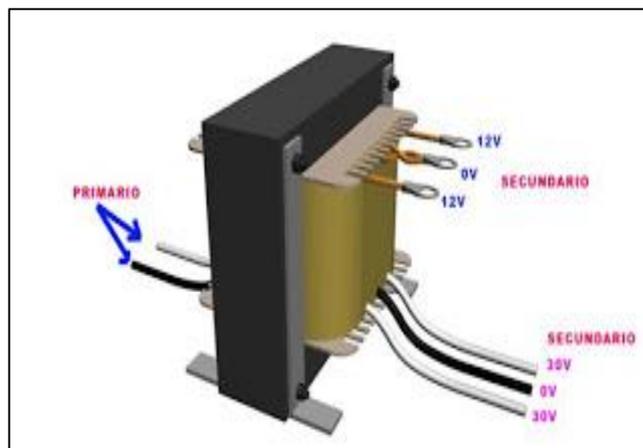


Figura 11: esquema de un transformador simplificado
Fuente: Miguel Gómez (2010).

La corriente que circula por el arrollamiento primario (el cual está conectado a la red) genera una circulación de corriente magnética por el núcleo del transformador. Esta corriente magnética será más fuerte cuantas más espiras (vueltas) tenga el arrollamiento primario. En el caso de acercar un imán a un transformador en funcionamiento se puede observar que el imán vibra, esto se debe a que la corriente magnética del núcleo es alterna, igual que la corriente a través de los arrollamientos del transformador (Gomez, 2010).

2.2.4.1. Conexión delta

Este tipo de conexión se realiza uniendo el final de una bobina con el principio de la siguiente, hasta cerrar la conexión formando un triángulo (Ver figura 13). Es una conexión sin neutro. Las fases salen de los vértices del triángulo.

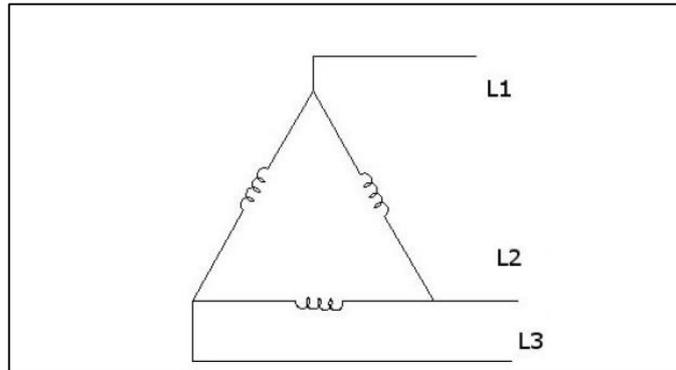


Figura 12: conexión formando un triángulo
Fuente: Robbins y Miller (2008)

Para este tipo de conexión, las tensiones de fase coinciden con las tensiones de línea.

Por el contrario, las corrientes de fase son distintas de las corrientes de línea, ya que estas últimas resultan de la multiplicación de las corrientes de fase por la raíz de tres. En la figura se ilustran esas magnitudes. Falsariamente las corrientes de fase están 30° antes que las corrientes de línea.

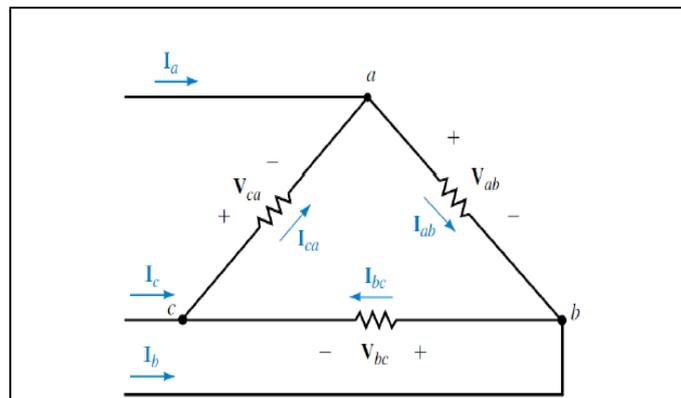


Figura 13: conexión formando un triángulo
Fuente: Robbins y Miller (2008)

2.2.4.2. Conexión Estrella Y-Y

La conexión estrella se designa por la letra Y. Se consigue uniendo los terminales negativos de las tres bobinas en un punto común, que denominamos neutro y que

normalmente se conecta a tierra. Los terminales positivos se conectan a las fases (Ver figura 15).

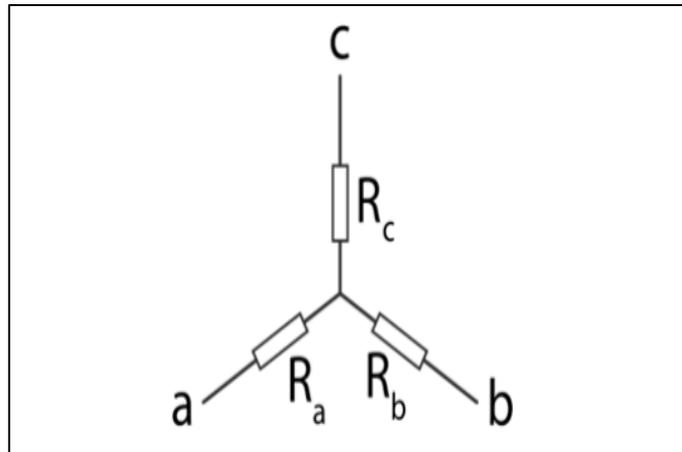


Figura 14: terminales positivos conectados
Fuente: Robbins y Miller (2008)

En esta conexión las corrientes de línea y las corrientes de fase son las mismas. En cambio, los voltajes de fase son distintos a los voltajes de línea. Al igual que ocurre con las corrientes en la conexión delta, los voltajes de línea son iguales a los voltajes de fase multiplicados por raíz de tres (ver figura 16). Fasorialmente, los voltajes de fase se atrasan 30° a los voltajes de línea.

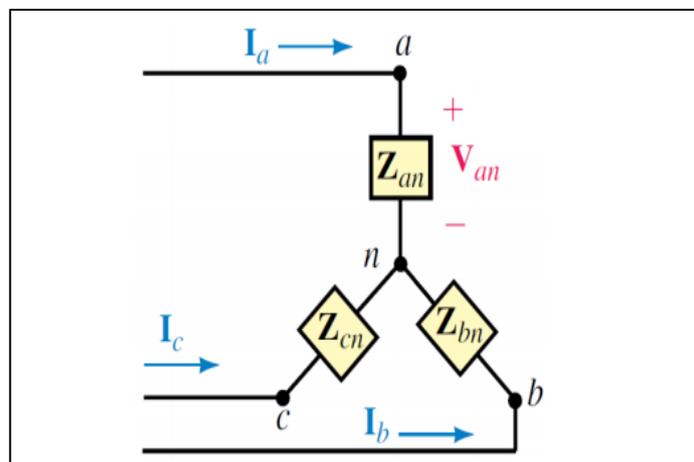


Figura 15: terminales positivos conectados
Fuente: Robbins y Miller (2008)

2.2.5. Etapa del servicio al usuario

Los usuarios de la energía eléctrica son quienes hacen uso de ella en las diferentes tareas que van desde las actividades cotidianas como encender la radio o cargar un celular, hasta, las plantas industriales que la utilizan para hacer funcionar sus diferentes maquinarias

y realizar los diversos procesos productivos, lo cual representa una oportunidad para las empresas distribuidoras y generadoras, de surtir este consumo de energía eléctrica. El consumo de un usuario es el número de kilowatts hora utilizados para que funcione un dispositivo eléctrico durante un lapso determinado. Todos los dispositivos eléctricos trabajan a una potencia establecida en Watts y dicho valor se encuentra especificado en la tabla de detalles técnicos del fabricante.

La potencia eléctrica puede calcularse aproximadamente, mediante el uso de la siguiente fórmula:

Potencia eléctrica (W)= Voltaje (V) x Corriente eléctrica(A)

- En dónde:
- Potencia eléctrica en Vatios (W)
- Voltaje en voltios (V)
- Corriente eléctrica en amperios(A)

El consumo de la energía eléctrica depende del tiempo de uso y se puede obtener haciendo el siguiente cálculo:

Energía Eléctrica=Potencia Eléctrica (W)*tiempo de uso en horas (h)

Energía eléctrica consumida (Watts por hora) =Wh

2.2.5.1 Carga de usuarios

Los usuarios de las empresas distribuidoras y generadoras de energía eléctrica poseen diversos dispositivos electrónicos, a estos aparatos se les denomina carga instalada, la cual no es más que la suma de todas las cargas que se encuentran conectadas a la red. Dichas cargas están compuestas por todos aquellos aparatos eléctricos y electrónicos, entre los cuales están:

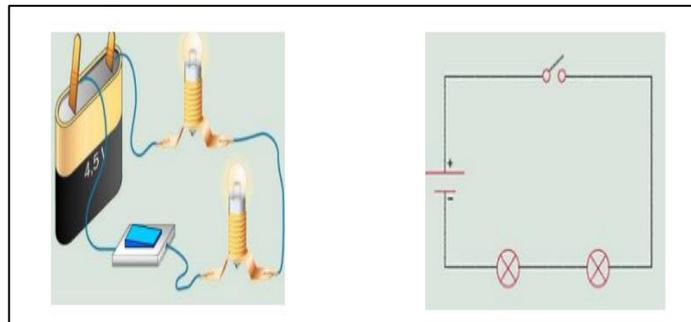
- **Carga por iluminación:** esta es la que comprende todos los dispositivos que convierten la energía eléctrica en lumínica.
- **Carga por equipo de ofimática:** son las cargas instaladas como las del equipo de oficina tales como computadoras, monitores, entre otros.
- **Cargas por climatización:** son las cargas instaladas que se dedican al cambio de la energía eléctrica a energía térmica, tales como, sistema de aire acondicionado, entre otros.

- **Cargas por equipos industriales:** este tipo está más que todo relacionado con las empresas industriales, que poseen diversos dispositivos que son utilizados en sus procesos productivos.
- **Carga por equipos especiales:** son aquellos aparatos eléctricos o electrónicos con un fin muy específico, por ejemplo: equipo para rayos x, equipo de laboratorio, entre otros.

La interconexión entre cargas y una fuente de energía, se denomina circuito eléctrico.

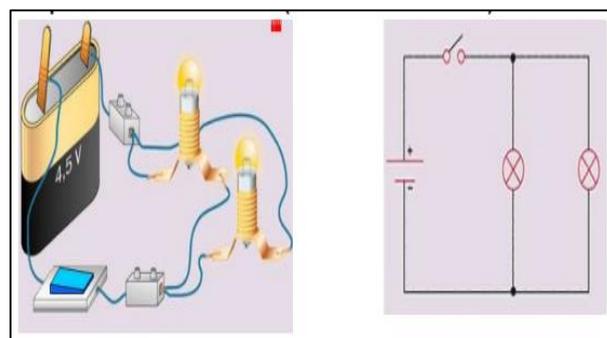
La instalación y funcionamiento de las cargas antes mencionadas pueden conectarse, según las siguientes configuraciones:

Circuito serie: los elementos están conectados uno a continuación del otro de forma que por todos ellos pase la misma intensidad de corriente.



*Figura 16: terminales positivos conectados
Fuente: Robbins y Miller (2008)*

Circuito paralelo: los elementos están colocados de manera que sus extremos estén conectados a puntos comunes (misma tensión).



*Figura 17: Circuito paralelo
Fuente: Antonio Orza Cuoto, circuitos*

2.2.5.2. Factor de potencia

El factor de potencia es un parámetro utilizado para describir la cantidad de energía que realmente se ha convertido en trabajo. El valor ideal del factor de potencia es la unidad y de presentarse esto indicaría que toda la energía que se ha consumido ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia bajo indica un consumo mayor de energía para efectuar o producir un trabajo útil (Valladares & Cordero, 2017).

La factura de electricidad en El Salvador cuenta con diferentes tipos de cobros entre los cuales encontramos: Cargo de comercialización, Cargo de distribución, aparte de los cobros por el consumo energético. Pero si los clientes de las empresas distribuidoras no cumplen, teniendo un factor de potencia dentro del rango permisible estas los penalizan siguiendo la siguiente metodología (Valladares & Cordero, 2017).

Los términos y condiciones generales al consumidor final del pliego tarifario del año 2016 que la SIGET define establece en el artículo 50 la siguiente disposición:

- 1- Si el factor de potencia es igual o mayor que 0.75 y menor que 0.90 el cargo por energía será aumentado en 1% por cada centésima que el factor de potencia sea inferior a 0.90.
- 2- Si el factor de potencia es igual o mayor que 0.6 y menor que 0.75 el cargo por energía será aumentado en 15% más el 2% por cada centésima que el factor de potencia sea inferior a 0.75.
- 3- Si el Factor de potencia fuese inferior a 0.60, el distribuidor podrá suspender el suministro hasta tanto el usuario final adecue sus instalaciones a fin de superar dicho valor límite.

Clasificación de usuarios

Por el nivel de demanda, se considerarán tres categorías de tarifas:

- **Pequeña Demanda:** Son aquellos servicios en los cuales la demanda máxima de potencia es menor o igual que 10 kilovatios (kW)
- **Mediana Demanda:** Son aquellos servicios en los cuales la demanda máxima de potencia es mayor que 10 kW y menor o igual que 50 kW.
- **Gran Demanda:** Son aquellos servicios en los cuales la demanda máxima de potencia es superior a 50 kW.

Por las características del consumo, se considerarán tres categorías de tarifas:

- **Categoría de Tarifa Residencial:** Corresponde al servicio eléctrico destinado exclusivamente al uso doméstico de los consumidores, es decir, dentro de la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada. También se incluye a los consumidores de escasos recursos y bajos consumos que tienen integrada a su vivienda una pequeña actividad comercial o artesanal.
- **Categoría General:** Servicio eléctrico destinado a los consumidores en actividades diferentes a la categoría residencial y básicamente comprende el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados.
- **Categoría Alumbrado Público:** Se aplica a los consumos destinados al alumbrado de calles, avenidas y en general de vías de circulación pública; a la iluminación de plazas, parques, fuentes ornamentales, monumentos de propiedad pública; y, a los sistemas de señalamiento luminoso utilizados para el control del tránsito.

Por el nivel de tensión, existen tres grupos:

- **Grupo Nivel de Baja Tensión:** Para voltajes de suministro en el punto de entrega inferiores a 600 V.
- **Grupo Nivel de Media Tensión:** Para voltajes de suministro en el punto de entrega entre 600 V y 40 KV. Dentro de este grupo, se incluyen los consumidores que se conectan a la red a través de Transformadores de Distribución de su propiedad o de la empresa de distribución, para su uso exclusivo.
- **Grupo Nivel de Alta Tensión:** Para voltajes de suministro en el punto de entrega superiores a 40 KV y asociados con la subtransmisión.

2.3. Consumo eléctrico en Hospital Nacional de Chalchuapa según facturas y detalles de consumo.

Para realizar un abordaje adecuado del problema del alto consumo eléctrico, es importante analizar todos los factores que pueden contribuir a la búsqueda de soluciones.

El Consumo eléctrico en el HNCH se presenta en tres etapas para facilitar su comprensión. Estas se describen a continuación:

- Descripción de la tarifa eléctrica.
- Presentación de datos sobre la tarifa eléctrica.
- Análisis de la tarifa eléctrica.

2.3.1. Tarifa eléctrica en Hospital Nacional de Chalchuapa

La tarifa eléctrica comprende dos elementos que fueron analizados por medio de la factura eléctrica: el primero es el detalle de consumo eléctrico y el segundo es el pago por los diferentes cargos de la factura. El propósito de estudiar los componentes de la factura eléctrica es identificar puntos en los que se pueda ahorrar el consumo eléctrico y, por ende, el pago de dicha factura.

Por medio de una proyección del consumo eléctrico se estimaron los pagos que se deberán realizar en los próximos años, de tal manera que se pueda emprender acciones en el presente que permitan una reducción en los pagos futuros. Ahora se describe la tarifa eléctrica del servicio que tiene contratado el HNCH.

2.3.1.1. Descripción de la tarifa eléctrica

El HNCH cuenta con un servicio de energía suministrado por la empresa AES-CLESA, este tipo de servicio es en **gran demanda en media tensión con medidor horario** y su límite mínimo de potencia instalada es de 50 kW.

Para los efectos de los suministros con medición horaria, se definen los horarios tarifarios de la siguiente manera:

- a) Punta: de las 18:00 a 22:59 horas;
- b) Valle: de las 23:00 a 04:59 horas; y,
- c) Resto: de las 05:00 a 17:59 horas.

Los elementos que componen la tarifa eléctrica de este servicio son los siguientes:

- Cargo por comercialización
- Cargo por energía en punta
- Cargo por energía en resto
- Cargo por energía en valle
- Cargo por distribución

La SIGET es la encargada de fijar los precios a los elementos que componen el pliego tarifario. El cargo por comercialización es un valor fijo que se cobra cada mes; el cargo por energía en punta, en resto y en valle depende de la cantidad de energía consumida en los horarios en punta (6:00 pm a 10:59 pm), en resto (5:00 am a 5:59 pm) y en valle (11:00 pm

a 4:59 am); y el cargo por distribución es un cobro que varía de acuerdo a la potencia eléctrica máxima demandada por el usuario en el mes, la empresa distribuidora de energía cobra por cada kW de potencia eléctrica demandado por este punto pico máximo.

2.3.1.2. Presentación de datos sobre la tarifa eléctrica

Contar con información del comportamiento del consumo de energía eléctrica en el HNCH es de vital importancia para tener una amplia perspectiva de la factura eléctrica, los datos del consumo de energía y pagos realizados por el hospital son registrados mensualmente por la empresa AES-CLESA y estos se pueden obtener a través de una solicitud emitida por el usuario.

Se presenta en tablas la información del consumo de energía eléctrica en el HNCH y los pagos realizados por este, así también, se detallan los precios del pliego tarifario del servicio contratado, todo lo anterior en el periodo de 2014-2018 (*ver anexo 8*).

2.4. Formas de ahorro de energía eléctrica Ahorro de energía eléctrica

Ahorrar energía eléctrica se ha convertido en una tarea de suma importancia en la actualidad, dado a que ello implica una disminución en el costo de la factura mensual y, además, representa una reducción en el impacto ambiental. Esto se ha vuelto importante no solamente en los hogares, sino también en las empresas, fábricas, escuelas y hospitales. Mantener apagadas las luces que no se utilizan, hacer uso de tragaluces, utilizar luminaria LED, hacer uso de la luz natural; estas simples tareas pueden representar un gran impacto en el ahorro de energía.

A lo largo de la investigación se encontró que entre las principales causas del alto consumo de energía eléctrica están: iluminación natural no usada correctamente, uso de luz innecesaria, desinterés por la búsqueda de energías alternativas, falta de cultura de buen uso de los recursos por parte de los trabajadores del hospital. Estos problemas sirvieron de guía y con base en ellos se formuló la propuesta del ahorro de energía.

2.4.1. Mejoramiento de cultura de ahorro de energía

La cultura de ahorro de energía es el conjunto de modos de vida, costumbres y conocimientos destinados a promover e implantar hábitos que garanticen el empleo eficiente de la energía eléctrica.

Gran parte del alto costo de la energía eléctrica se debe a que no existe una adecuada cultura de ahorro de energía, por lo tanto, una adecuada cultura de ahorro de energía puede representar un gran impacto en el ahorro de energía, es por ello, que este tema es de vital importancia a la hora de reducir el costo total en el consumo de energía eléctrica.

2.4.1.1. Descripción de la cultura energética

El objetivo de describir la cultura energética fue indagar si el hospital está organizado, con políticas o alguna normativa que guíe al personal del hospital a que tenga un compromiso con el ahorro de energía; lo que se pretendía fue verificar si en el hospital existen medidas que garanticen el uso eficiente del recurso energético.

2.4.1.2. Diagnóstico de la cultura energética

Dentro de las principales causas del alto costo en el consumo de energía eléctrica se debe a que en el hospital no existe una cultura de ahorro de energía. Por lo tanto, no se puede decir que existe una cultura de ahorro de energía cuando en el hospital no se cuenta con los adecuados protocolos o lineamientos que garanticen una cultura de ahorro de energía y es que en parte el ahorro de energía eléctrica debería ser un compromiso de cada persona que hace uso de ella.

2.4.1.3. Acciones correctivas sobre la cultura energética.

Estas fueron encaminadas a brindar solución a los problemas encontrados, la forma de lograr el ahorro es corrigiendo los hábitos y actividades que generan desperdicio de este valioso recurso. Lo que se pretende es crear una conducta de ahorro por parte de cada uno de los trabajadores, logrando de esta manera generar un impacto en la reducción del monto total de la factura y que esto se vuelva un hábito y se practique cada vez con mayor regularidad.

2.4.2. Optimización de las instalaciones estructurales.

Con el paso de los años el aprovechamiento de los recursos naturales como la iluminación y ventilación ha cobrado gran importancia en el diseño y construcción de todo tipo de edificaciones, ya que representa una forma práctica y económica de ahorrarse buena parte de los altos costos de la iluminación artificial y de los sistemas de climatización.

Determinar la orientación de las edificaciones al igual que un buen diseño garantiza el uso apropiado del entorno ambiental; en el apartado siguiente se profundiza más en este tema. En HNCH se trata de aprovechar los recursos naturales condicionado al hecho de que

ya se cuenta con las edificaciones, el reto en este caso consiste en adecuar lo existente y la realización de modificaciones que resulten viables.

A continuación, se presentan los elementos que están directamente relacionados al uso y aprovechamiento de los recursos naturales:

Iluminación y ventilación: existen diversas formas de hacer uso de los recursos naturales, como lo son los aleros, la vegetación, terrazas, ventanas, tragaluces, etc. En este caso particular nos quedamos con los dos últimos, ventanas y tragaluces, ya que son los medios comúnmente más empleados para el uso de la luz y ventilación natural.

Cuando hablamos de luz natural nos referimos a la luz producida por el sol, este elemento de la naturaleza tan importante sin el cual no existiría la vida. Disponer de niveles adecuados de luz es muy importante tanto para el factor humano como para los beneficios económicos que representa.

Ventanas: son aberturas que se hacen en las paredes de las edificaciones con el objetivo de que ingrese luz a determinado lugar y ventilación que garantice la circulación y renovación del aire. Las ventanas pueden ser de distintos materiales como el acero, aluminio, vidrio, PVC, madera entre otros. Además, se tienen diversos tipos de ventanas entre ellas las fijas, que no se pueden abrir; corrediza, se desliza en guías horizontales; abatible, tiene bisagras para abrirse hacia afuera o hacia dentro; guillotina, tienen guías para desplazarse verticalmente, entre otros.

Paredes: al hablar de paredes nos referimos a los acabados finales de interiores, es decir, utilizar colores claros ya que estos son más fáciles de iluminar y dan una sensación de mayor espacio. Todo ello a un costo relativamente bajo comparado con los beneficios que aporta.

2.4.3. Optimización de las instalaciones eléctricas y electrónicas

Determinar cómo se encuentran estructuradas las instalaciones eléctricas y electrónicas fue indispensable para establecer líneas de acción encaminadas a la optimización del recurso energético. Contar con una red eléctrica en adecuadas condiciones, hacer un uso correcto de los aparatos y equipos, sean eléctricos y electrónicos son los ejes principales del ahorro de energía.

De acuerdo con una auditoría energética realizada en HNCH por el Consejo Nacional de Energía (CNE), de El Salvador junto con la Universidad Centroamericana, José Simeón

Cañas (UCA); se tiene que para el año 2012, los sistemas que más demanda de energía tienen son el de iluminación y aires acondicionados, siendo 38 y 40 por ciento respectivamente.

En HNCH las instalaciones eléctricas y electrónicas están compuestas por: sistema de iluminación, sistema de equipo de oficina, sistema de aires acondicionados y otros equipos eléctricos. A continuación, se aborda cada uno de ellos por separados para conocer sus características, funcionamiento y formas de optimización.

2.4.3.1. Optimización del sistema de iluminación

Según (David Antonio Guzmán, 2012), el consumo eléctrico por iluminación en el HNCH es el 38% del consumo total, es un porcentaje alto, pero no extraño ya que dada la naturaleza de la institución hay áreas en las que se requiere iluminación artificial las 24 horas del día, los 7 días de la semana. En tal sentido resulta importante pensar en alternativas y maneras de ahorrar energía en este sistema.

El uso del sistema de iluminación está ligado al tipo de edificaciones en las que destaca su tamaño y ubicación, además, del aprovechamiento de la luz natural ya que puede impactar positivamente en los costos por iluminación. Para poder brindar alternativas que promuevan el ahorro de energía es necesario realizar un diagnóstico del sistema, detallando los elementos que componen el mismo, sus características y funcionamiento.

La iluminación es indispensable para desempeñar cualquier actividad por ello debe de analizarse las fuentes de iluminación y las formas de hacer buen uso de estas. A continuación, se detallan los tipos de iluminación natural y artificial.

- **Iluminación natural**

Luz o iluminación natural se llama la fuente de luz proveniente del sol, esta es un regalo de la naturaleza y se encuentra ilimitadamente en el medio ambiente. Siempre que sea posible se debe dar prioridad al uso de luz solar, por razones económicas, por la ayuda al medioambiente, etc.

Existen ciertas consideraciones que deben tenerse presente para obtener el mejor beneficio de la luz natural entre ellas: que no cause deslumbramiento, brillos o reflejos, la dirección de la luz y que no produzca alteraciones en la temperatura del edificio o recinto.

- **Iluminación artificial**

Se entiende por luz artificial aquella que el hombre puede crear a partir de una fuente de energía, generalmente por medio de energía eléctrica. La luz artificial tiene algunas ventajas respecto a la natural, es decir, se puede controlar la cantidad e intensidad de iluminación, esto ayuda a crear condiciones de confort para las personas ya sea desde la satisfacción de sus necesidades básicas de subsistencia hasta las condiciones óptimas en el desempeño de actividades productivas y económicas como el trabajo. Existe necesidad de iluminación artificial cuando la luz natural es nula o insuficiente.

En El Salvador, por medio de la Ley General de Prevención de Riesgos en los Lugares de Trabajo, se regulan los aspectos relativos a la iluminación de acuerdo con el tipo de actividad laboral que se desarrolle. Hoy día existe diversidad de luminarias que con los avances de la ciencia y la tecnología ha lo grado que sean más eficientes en el uso de la energía eléctrica.

Es importante conocer los diferentes tipos de luminarias para optar por las alternativas que representen un mayor ahorro en el consumo de energía. En la siguiente figura se describen algunos tipos de lámparas más comunes.

TIPOS DE LÁMPARAS	
Incandescentes	<ul style="list-style-type: none"> La luz se produce por el paso de corriente eléctrica a través de un filamento metálico. Son las de mayor consumo eléctrico, las más baratas y menor duración (1.000 horas). Las bombillas incandescentes sólo aprovechan en iluminación un 5 % de la energía eléctrica que consumen, el 95 % restante se transforma en calor, sin aprovechamiento luminoso.
Halógenas	<ul style="list-style-type: none"> Se añade un compuesto gaseoso con halógenos al sistema de incandescentes, y así se consigue establecer un ciclo de regeneración pasando las partículas del filamento al gas y depositándose nuevamente en el filamento. Estas lámparas duran más que las incandescentes (1.500 horas) y mantienen su eficiencia. También se caracterizan por la calidad especial de su luz para la iluminación de zonas necesitadas de iluminación intensa.
Fluorescentes	<ul style="list-style-type: none"> Se componen de un tubo de vidrio que contiene una pequeña cantidad de mercurio y gas argón. Al circular la corriente eléctrica por dos electrodos situados a ambos lados del tubo, se produce una descarga eléctrica entre ellos, que al pasar a través del vapor de mercurio produce una radiación ultravioleta. Esta radiación excita una sustancia fluorescente que recubre el interior del tubo, transformándose en radiación visible. La eficiencia luminosa es mayor que en caso de la incandescencia, ya que en el proceso se produce menor calentamiento y la electricidad se destina, en mayor proporción, a la obtención de la propia luz. Son más caras que las bombillas corrientes, pero consumen un 80% menos de electricidad para la misma emisión luminosa y tienen una duración entre 8 y 10 veces superior (6.000-9.000 horas de vida útil).
Bajo consumo	<ul style="list-style-type: none"> Son lámparas fluorescentes compactas, que se han ido adaptando al tamaño, formas y soportes de las bombillas convencionales. Son más caras que las convencionales, pero se amortizan debido a que su vida útil es superior (entre 6.000 y 9.000 horas).
LED	<ul style="list-style-type: none"> El LED (<i>Light-Emitting Diode</i>) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica. El LED es más eficiente energéticamente que las lámparas incandescentes, siendo su rendimiento de hasta un 90 %. El equivalente a una bombilla se puede construir con aproximadamente una decena de LEDs y actualmente se están siendo muy utilizados en los semáforos.

Tabla 1: tipos de lámparas

Fuente: http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/180/002/anexo_5.pdf

Existen también algunos dispositivos que poseen algunas lámparas que hacen variar su consumo de energía.

Dispositivos de lámparas que hacen variar el consumo de energía	
Balasto	Dispositivo que limita la corriente de una lámpara a un valor determinado.
Cebador/Arrancador	Dispositivo utilizado por lámparas fluorescentes para proporcionar el precaldeo necesario de los electrodos y que en combinación con el balasto provoca una tensión momentánea en la lámpara

Tabla 2: Dispositivos de lámparas que hacen variar el consumo de energía
Fuente: http://www.crana.org/themed/crana/files/docs/180/002/anexo_5.pdf

El diagnóstico del sistema de iluminación en el HNCH implica analizar una serie de factores, a fin, de que pueda obtenerse un ahorro sustancial de electricidad en este sistema. El análisis del sistema de iluminación fue así: primero se dio prioridad al uso de luz natural y todo lo relacionado a su máximo aprovechamiento tal como limpieza de ventanas, tragaluces, paredes (también verificar si su color es adecuado); segundo se debió estudiar si el tipo de luminarias es el más apropiado, si se encuentran en buen estado, las especificaciones técnicas para su funcionamiento, los horarios de uso, la organización de los interruptores para el apagado y encendido, finalmente, medir los niveles de iluminación utilizando un aparato llamado Luxómetro, esto con el objetivo de determinar si la cantidad de luz es adecuada de acuerdo al área en estudio.

- **Formas de optimizar el uso del sistema de iluminación**

Los componentes de la optimización del uso del sistema de iluminación están encaminados a obtener un ahorro significativo en el consumo de electricidad mediante el uso de luz natural, el control de apagado y encendido de las luminarias ya que a veces no se encuentran sectorizados adecuadamente los circuitos y se tienen luminarias encendidas innecesariamente, empezar a sustituir la luminaria actual (incandescente, fluorescente) por luminarias más eficientes como las LED. Todas estas acciones contribuirán en gran manera al ahorro de energía.

2.4.3.2. Optimización del sistema de equipo de oficina

El equipo de oficina son todos aquellos dispositivos eléctricos y electrónicos que permiten que las funciones administrativas y de oficina puedan llevarse a cabo. Los equipos que comúnmente se encuentran en las oficinas y áreas administrativas del HNCH son ordenadores, impresoras, laptops, entre otros.

Para poder realizar un diagnóstico del consumo de energía fue necesario tener conocimiento de todos los equipos instalados, su vida útil, la potencia que consumen, el tipo de conexión eléctrica que requiere, además, las especificaciones técnicas que el fabricante sugiere para su correcto funcionamiento como el ambiente térmico en el que se debe trabajar con el equipo, el tipo de mantenimiento que se le debe dar. Así también es importante destacar la incidencia que tiene el factor humano en el consumo eléctrico del equipo de oficina, es decir, los hábitos y prácticas que conllevan al mal uso del equipo como es no apagar el equipo cuando no se está utilizando, desconectarlo al final de la jornada de trabajo, no utilizar equipo en mal estado, etc.

- **Formas de optimizar el uso del equipo de oficina**

La optimización del uso del equipo de oficina es un componente clave en la realización del plan de ahorro energético en el HNCH, este se integra con el resto de los sistemas que forman a su vez el sistema eléctrico del HNCH. Las formas de optimizar el uso del equipo son aquellas acciones que ayudan a mitigar el alto consumo de energía entre ellas se pueden mencionar: programar el equipo de tal manera que pasado cierto periodo de tiempo sin utilizarlo se active el modo suspensión; desconectar los equipos al final de la jornada (utilizar regletas simplificaría esta tarea) para eliminar el consumo de energía estando los equipos en *standby* (modo espera); finalmente, sustituir el equipo que se encuentre obsoleto, dañado o que ya no trabaja de manera eficiente.

2.4.3.3. Optimización del sistema de aires acondicionados

El sistema de aires acondicionados o también conocido como sistema de climatización es uno de los más importantes, por dos razones: la primera es porque este sistema es uno de los cuales consume mayor cantidad de energía y la segunda porque es indispensable en ciertos procesos que en el hospital se llevan a cabo (por ejemplo: almacenamiento de medicamentos y alimentos), además, brinda un ambiente confortable a los usuarios.

Contar con un sistema de climatización apropiado implica tener conocimiento acerca del equipo a utilizar, de las características del edificio o recinto en el que se requiera el equipo, la temperatura del entorno geográfico donde se ubica el edificio, etc. El propósito de este sistema es mantener determinadas instalaciones en condiciones térmicas adecuadas de acuerdo con la actividad que se desarrolle.

En el HNCH el sistema de climatización utilizado es aire-aire (conocido comúnmente como aire acondicionado), cuya fuente de energía es el aire exterior e interior del lugar a climatizar. En los meses de verano es cuando el calor se incrementa, mucho más en zonas calurosas y con ello el sistema de climatización o aire acondicionado es uno de los que más aumenta el costo de la factura energética (Rodríguez, 2015). Por lo anterior es fundamental encontrar formas de optimizar el uso del sistema de aire acondicionado en verano considerando que el entorno geográfico en el que se ubica el HNCH es de temperatura moderadamente alta (24-32 C°) y por ello el sistema de climatización se utiliza únicamente para refrigeración ya que en los meses fríos y lluviosos no es necesaria la calefacción.

El diagnóstico del sistema de climatización comprende el estudio del equipo instalado, es decir, las especificaciones técnicas como su vida útil, consumo de energía, la capacidad de refrigeración y rendimiento. Así también las condiciones que se deben cumplir para que opere adecuadamente el hospital, en esta parte destacan las características de las edificaciones, la cantidad de equipo eléctrico-electrónico que se utiliza, la cantidad de personas que integran el sistema; ya que todo ello puede aumentar la demanda térmica; finalmente, pero no menos importante es analizar al factor humano, es decir, el uso que las personas le dan al sistema de aires acondicionados.

- **Formas de optimizar el uso del sistema de aires acondicionados**

Las formas de optimizar el uso del sistema de aires acondicionados son todas aquellas acciones que contribuirán a disminuir el consumo de energía en este sistema. Para ello deberá haber formas de ahorro orientadas al equipo de climatización garantizando que funcione de acuerdo con sus especificaciones, que se encuentre en buen estado (no dañado); además, se debe realizar las acciones pertinentes para garantizar que el edificio, recinto o lugar a climatizar cumpla con las condiciones apropiadas para evitar la filtración y/o infiltración de aire, la radiación solar, entre otras.

2.4.3.5. Oportunidades de disminuir la factura eléctrica

Oportunidades de disminuir la factura eléctrica se refiere a disminuir los cargos por los que se compone la factura eléctrica cobrada cada mes. Esta factura depende de cómo se consume la electricidad en el Hospital Nacional de Chalchuapa del tipo de servicio contratado, de la calidad del suministro eléctrico por parte de la empresa distribuidora, de factores electromagnéticos de cargas eléctricas instaladas que pueden causar multas, de retrasos en los pagos del servicio, entre otros que se describen en seguida.

- **Disminución de los cobros por distribución de potencia demandada**

El cobro por distribución de potencia es igual al valor de la potencia máxima demandada en el mes por el precio del kW de potencia eléctrica impuesto por la SIGET, por tanto, se disminuirá el cobro en el rubro cargo por distribución por cada kW que logre disminuirse en ese punto de demanda máxima. El cobro por kW según el Pliego tarifario del suministro de energía eléctrica al consumidor final, vigente del 1 al 14 de enero de 2019 realizado por la SIGET Ver (Anexo x) demandado ronda actualmente los \$11.34 y la demanda máxima entre 20 y 91.44 kW según el mes analizado, en consecuencia, se tiene un amplio rango donde disminuir el cobro por distribución de potencia. Entre las acciones para disminuir la demanda de potencia máxima están la instalación de capacitores, sustitución de equipos eléctricos-electrónicos en los sistemas de iluminación, de climatización y de equipo ofimático por otros sistemas de mayor eficiencia energética (que brinden el mismo rendimiento por menos potencia), entre otros.

- **Disminución de los cobros por energía consumida**

La energía consumida depende de la potencia demandada por los equipos eléctrico-electrónicos instalados y por el tiempo de funcionamiento que se dé a estos. La energía consumida se mide en kWh, por tanto, se disminuirá el cargo por energía por cada kWh que logre disminuirse o no consumirse. Entre las acciones que pueden implementarse para disminuir el consumo de electricidad están: comprar equipo más eficiente (de menor potencia con igual rendimiento) en los sistemas de iluminación, de climatización y de equipo ofimático (computadoras, impresoras, fotocopiadoras, entre otras); utilizar menor tiempo los equipos eléctricos-electrónicos existentes en especial aquel tiempo cuando el equipo está encendido y no se utiliza, entre otras. Este es el principal cargo que se desea disminuir, pues, es por el que más se paga en concepto de electricidad.

- **Disminución de los cobros por multas en factor de potencia**

Como se describió en los datos de facturación de 2014-2018, al Hospital le cobran una multa por violación al valor mínimo del índice de factor de potencia de 0.900. Este valor bajo del factor de potencia se debe a la instalación de demasiada carga en la institución. Entre las acciones para corregir este problema está la sustitución de la carga inductiva

causante del índice de factor de potencia bajo, en la parte del capítulo 3 “Diagnóstico del sistema de iluminación”.

- **Disminución de los cobros de interés por mora**

El Hospital Nacional de Chalchuapa presenta un comportamiento moroso en los pagos por el servicio eléctrico. Desde el año 2014 en adelante ha pagado un promedio de \$73.84 de mora por mes. Se ha indagado las causas del problema y se encontró que es la falta de liquidez para afrontar los gastos fijos como el servicio de energía eléctrica es el principal motivo del comportamiento moroso. Al final, lo cierto es que se paga la multa de \$73.84 mensuales por mora, algo que puede ahorrarse con una política de pago a tiempo.

2.5. Marco legal

Como toda entidad gubernamental el HNCH está sujeto a cierta normativa legal a la hora de echar andar algún cambio en las instalaciones o de adquirir un bien o servicio. Las autoridades del hospital son las encargadas de dar la autorización para cualquier adquisición o algún cambio que se vaya a implementar, dicha autorización debe estar fundamentada en lo establecido en la **POLÍTICA DE AHORRO Y AUSTRERIDAD DEL SECTOR PÚBLICO 2015**.

Es importante aclarar que, si bien esta Política fue creada para que fuese aplicada en el ejercicio fiscal del año 2015, las autoridades del hospital manifiestan que actualmente se rigen por esta, para el manejo del presupuesto asignado.

De acuerdo con la **POLÍTICA DE AHORRO Y AUSTRERIDAD DEL SECTOR PÚBLICO 2015, CAPÍTULO I, DISPOSICIONES GENERALES, MEDIDAS GENERALES DE GASTO, Art. 5. Incisos a), b), c), d), i), j) y k).**

Art. 5.- las principales medidas en relación con los gastos, son las siguientes:

- a) Promover la aplicación de medidas y acciones de austeridad, disciplina y transparencia en el gasto público, fomentando conciencia en los servidores públicos, para la racionalización en el uso de los recursos públicos. Asimismo, todas las instituciones podrán emitir medidas internas complementarias, afín de contribuir al cumplimiento de la presente Política, tales medidas deberán guardar estricta armonía con las disposiciones que contiene la misma. En ningún caso, se podrán emitir lineamientos o políticas institucionales que contravengan la presente Política.

- b)** Evitar modificaciones en los planes de trabajo institucionales que requieran recursos adicionales a los ya programados en la Ley de Presupuesto. En el caso de nuevas acciones impostergables e ineludibles, las instituciones deberán identificar la fuente de financiamiento para su ejecución, en sus propias asignaciones.
- c)** Elaborar la programación anual de compras de bienes y servicios, de conformidad a la Ley de Adquisiciones y Contrataciones de la Administración Pública, en adelante “LACAP” y su reglamento. Las gerencias administrativas o su similar, deberán ajustarse a las necesidades reales determinadas institucionalmente y no necesariamente a las asignaciones presupuestarias, para lo cual se deben aplicar criterios que permitan programar la adquisición de bienes y servicios para el funcionamiento adecuado de la institución y no para generar reservas existenciales.
- d)** Promover un mecanismo de coordinación interinstitucional que permita llevar a cabo compras conjuntas en bienes de consumo o servicios estratégicos, tales como: servicio de telecomunicaciones, medicamentos, insumos médicos, vacunas, materiales de uso y consumo, papelería de oficina, agua embotellada, servicios de vigilancia y limpieza, entre otros. También, se le debe dar una comunicación adecuada a la cultura de adquirir bienes de marca genérica, que pueda llegar a generar ahorros con productos o servicios de igual calidad.
- i)** Aplicar medidas administrativas tendientes a ser más eficiente en el uso de los recursos y así evitar desperdicios y generar ahorros en la ejecución de su presupuesto, sin dejar de cumplir las metas institucionales, optimizando el uso de la capacidad instalada y el de los recursos financieros disponibles.
- j)** Las máximas autoridades de las instituciones públicas deberán implementar las medidas correctivas necesarias y oportunas, en aquellos casos que, producto del proceso de verificación del cumplimiento de la presente Política, se establezca que no se están acatando las disposiciones de esta.
- k)** Se deberán revisar los procesos administrativos de adquisición y contratación de bienes y servicios, que permita conocer el uso adecuado de los recursos y su control interno y de ser necesario, se pueda efectuar ajustes a dichos procesos, a fin de generar ahorros adicionales.

De acuerdo con la POLÍTICA DE AHORRO Y AUSTERIDAD DEL SECTOR PÚBLICO 2015, CAPÍTULO II, DISPOSICIONES ESPECÍFICAS, ADQUISICIONES DE BIENES Y SERVICIOS, Art. 7. Inciso e), numerales 2 y 3.

Art. 7.- dentro del rubro de adquisiciones de bienes y servicios, se deberán atender las siguientes prohibiciones:

e) Se deben utilizar racionalmente los servicios de agua, energía eléctrica y telecomunicaciones, aplicando las siguientes medidas:

- 2) Hacer uso racional de la energía eléctrica, seccionando la iluminación de las áreas de trabajo para evitar mantener lámparas encendidas en donde no se requiera, o en instalaciones con suficiente iluminación natural; además, se deberá cambiar el sistema de iluminación de mayor consumo a focos ahorrativos, debiendo adecuar su sistema de apagado y encendido de luces de forma seccionada. También, se debe regular el uso del equipo electrodoméstico como cafeteras, oasis, microondas, hornos eléctricos, entre otros, garantizando que queden desconectados al finalizar la jornada de trabajo. De igual forma, se deberá restringir el mantener encendidos los equipos de aire acondicionado en lugares que cuenten con ventilación natural, en horas no laborales y a las temperaturas de funcionamiento razonables; en general, se debe procurar que el consumo y la capacidad contratada del suministro de energía eléctrica, sea acorde con la demanda institucional.

De forma complementaria y en el marco de las medidas propuestas por el Consejo Nacional de Energía (CNE), según las atribuciones establecidas en su Ley de creación, en aquellos casos que no se disponga del comité de Eficiencia Institucional, las Unidades Administrativas Institucionales deberán conformar dicho Comité en un plazo no mayor a 60 días posteriores a la entrada en vigencia de la presente Política, debiendo informar al CNE de su conformación, así como cualquier modificación que se realice a dichos Comités, afín que éste puede coordinar la implementación de un plan para el uso eficiente de la energía eléctrica en las instituciones públicas. Posteriormente deberán hacer llegar a la Dirección General del Presupuesto, una copia del documento jurídico que evidencie la referida conformación e informar las modificaciones realizadas a los comités. El CNE deberá elaborar un plan de trabajo para que las instituciones definan estrategias para el buen uso de las energías, en coordinación con la secretaría de Participación Ciudadana, Transparencia y Anticorrupción.

- 3) Procurar el uso de energías alternativas, a fin de disminuir el costo de energía eléctrica, gestionando el apoyo de organismos de cooperación internacional,

ONGs o empresa privada, a fin de financiar la instalación de paneles solares en la institución.

2.6. Evaluación de ahorro económico

El propósito de implementar o echar andar un proyecto independientemente de su naturaleza es que este sea económicamente rentable, por ello resulta indispensable realizar una evaluación económica en la que se determine su factibilidad. El plan para el ahorro de energía eléctrica en HNCH será evaluado con el método costo beneficio explicado por el autor Gabriel Baca Urbina en su libro: “Evaluación de Proyectos, séptima edición”.

2.6.1. Estimación económica

La estimación económica tiene por objetivo organizar la información económica de los recursos que serán empleados para implementar el proyecto, entre los que podemos mencionar el costo de materiales, costo de mano de obra, entre otros.

2.6.2. Valor Presente Neto (VPN)

Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Dicho de otra forma, esto quiere decir que a los flujos de caja hay que recortarles una tasa de interés que podríamos haber obtenido, es decir, actualizar los ingresos futuros a la fecha actual. Si a este valor le descontamos la inversión inicial, tenemos el Valor Presente Neto del proyecto (Urbina, 2013).

Existen tres formas de interpretar los resultados del VPN en un análisis financiero, las cuales son:

- El VPN es mayor que cero, es un indicador de que el proyecto es rentable, es decir, el proyecto tendrá ingresos y este se acepta.
- El VPN es igual a cero, indica que los ingresos son iguales a los egresos y el proyecto se puede aceptar, aunque cabe señalar de que el proyecto no percibirá ganancias.
- El VPN es menor a cero, es un indicador de que el proyecto no es rentable y se esperan pérdidas, por tanto, el proyecto se rechaza y no se recomienda su inversión.

El cálculo del VPN se hace mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$VPN = -S^{\circ} + \sum_{n=1}^N \frac{Sn}{(1+i)^t}$$

Figura 18: Fórmula del Valor Presente Neto
Fuente: Formulación y Evaluación de Proyectos (Urbina, 2013).

En donde:

- **VPN:** Valor Presente Neto
- **S°:** Inversión inicial
- **Sn:** flujo de efectivo neto para el periodo n
- **n:** número de periodos de vida del proyecto
- **i:** tasa de interés con la cual se está trabajando

2.6.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero (Urbina, 2013). La TIR es una tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

La TIR transforma la rentabilidad de la empresa en un porcentaje o tasa de rentabilidad, el cual es comparable a las tasas de rentabilidad de una inversión de bajo riesgo, y de esta forma permite saber cuál de las alternativas es más rentable. Si la rentabilidad del proyecto es menor, no es conveniente invertir.

Para entender mejor el **cálculo de la TIR**, hay que conocer la fórmula VPN (Valor Presente Neto), que calcula los flujos de caja (ingresos menos gastos netos) descontando la tasa de interés que se podría haber obtenido, menos la inversión inicial.

Al descontar la tasa de interés que se podría haber obtenido de otra inversión de menor riesgo, todo beneficio mayor a cero será en favor de la empresa respecto de la inversión de menor riesgo. De esta forma, si el VPN es mayor a 0, vale la pena invertir en el proyecto, ya que se obtiene un beneficio mayor.

La TIR se obtiene mediante el uso de la siguiente formula:

$$0 = -S^0 + \sum_{n=1}^N \frac{Sn}{(1+i)^n}$$

Figura 19: Formula de Tasa Interna de Retorno (TIR)
Fuente: Formulación y Evaluación de Proyectos (Urbina, 2013).

En donde:

- **S°:** Inversión inicial
- **N:** número de años de la inversión
- **n:** año actual
- **Sn:** flujo de efectivo neto para el periodo n
- **i:** tasa de interna de retorno

El análisis de la TIR es el siguiente, donde r es el costo de oportunidad:

- Si $TIR > r$ entonces se rechazará el proyecto.
- Si $TIR < r$ entonces se aceptará el proyecto.

2.6.4. Método costo beneficio

El método costo beneficio consiste en dividir todos los costos del proyecto sobre todos los beneficios económicos que se van a obtener. Para que este método represente una base sólida en cuanto a determinar si un proyecto es económicamente rentable, los beneficios y costos deben tomar en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Las instituciones gubernamentales utilizan mucho este método para evaluar sus proyectos e inversiones, ya que por tratarse de beneficios de interés social lo único que se busca es recuperar al menos el valor de la inversión. Actualmente las instituciones gubernamentales esperan obtener los costos de la inversión y una compensación por los efectos de la inflación.

Un proyecto de analizado por el método costo beneficio se acepta o se rechaza de acuerdo con las siguientes consideraciones:

B/C>1: indica que por cada dólar invertido se obtiene más de un dólar de beneficio, el proyecto se acepta.

B/C<1: indica que por cada dólar invertido se obtiene menos de un dólar de beneficio, el proyecto se rechaza.

B/C=1: indica que los beneficios son iguales a los costos, el proyecto se rechaza.

Para utilizar este método se utiliza la siguiente formula:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{Vi}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{Ci}{(1+i)^n}}$$

*Figura 20: Formula del método costo beneficio
Fuente: Formulación y Evaluación de Proyectos (Urbina, 2013).*

Dónde:

- **B/C=** Relación beneficio costo
- **Vi=** Valor de los ingresos o beneficios netos
- **Ci=** Valor de los egresos o costos totales
- **i=** Tasa de descuento.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN HOSPITAL NACIONAL DE CHALCHUAPA (HNCH) PARA EL MES DE MAYO DE 2019.

3.1. Metodología y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de estudio

Definir los lineamientos y procesos bajo los cuales se rige la investigación es de vital importancia para que se pueda desarrollar sistemáticamente. En esta parte se presenta la clasificación de la investigación en base a dos criterios, los cuales se detallan a continuación:

- **Según la fuente de información**

De acuerdo con este criterio de clasificación la investigación consta de dos etapas:

Investigación bibliográfica; esta abarca toda la información documental que aporte al tema en estudio, investigándose en este caso acerca de las formas de ahorro del consumo de energía eléctrica.

Investigación de campo; esta se refiere a la información obtenida por medio del contacto directo con todos los elementos relacionados al consumo de energía eléctrica en el Hospital Nacional de Chalchuapa, estos elementos son las instalaciones eléctricas del hospital, tipo de servicio eléctrico, cultura del personal, entre otras.

- **Según el alcance de la investigación**

La investigación según este criterio de clasificación tiene dos alcances:

Investigación exploratoria; la cual nos permite familiarizarnos con el problema, obtener información del contexto de estudio, identificar conceptos y variables que ayuden a establecer elementos prioritarios en la investigación. (Sampieri, 2014).

Investigación descriptiva; en esta se miden las variables en estudio con el propósito de describir su comportamiento, características y la relación existente entre ellas.

3.1.2. Fuentes de información

Uno de los aspectos más importantes de toda investigación es contar con fuentes de información fidedignas; esto garantiza obtener el conocimiento que posibilite la solución

más acertada al problema en estudio. Para tal propósito se emplearon las dos principales fuentes de información; fuentes de información primarias y fuentes de información secundarias.

3.1.2.1. Fuentes de información primaria

Cuando hablamos de fuentes primarias de información nos referimos a aquellas que nos permiten tener un contacto directo con el fenómeno o problema en estudio, es decir, todos los elementos que permitan conocer de primera mano las causas del alto consumo de energía eléctrica en el Hospital Nacional de Chalchuapa, haciendo usos de las técnicas de investigación como: la entrevista, la observación y la encuesta.

3.1.2.2. Fuentes de información secundaria

El análisis de fuentes secundarias de información es de mucha utilidad para realizar investigaciones ya que nos proporciona una idea de los resultados que nos puede arrojar la investigación; resultados basados en información documental ya existente acerca del problema o tema planteado en el estudio.

Las fuentes secundarias de información que se consideraron son las siguientes:

- Documentos escritos (libros, artículos, tesis) que contengan información acerca del tema en estudio.
- Información obtenida de la empresa suministradora de energía (CLESA); se solicitó información acerca del consumo histórico de energía en el hospital y costos de la tarifa eléctrica de acuerdo al servicio contratado.
- Antecedentes del consumo eléctrico, propuestas sobre ahorro de energía y demás información con la que se cuente en el hospital.
- Información obtenida por medio de internet que brinde un aporte valioso al tema estudiado.
- Informe técnico de evaluación energética en el HNCH (David Antonio Guzman, 2012)

3.1.3. Diseño del procedimiento de obtención de datos

La investigación según el lugar donde se lleva a cabo tiene dos etapas: una es la investigación bibliográfica (obtención de datos secundarios) y la otra es la investigación de campo (obtención de datos primarios), ambas orientadas a obtener la información necesaria,

confiable y útil. Entonces se detallan los procedimientos que permitieron la obtención de ambos tipos de datos.

Diseño de procedimiento para la obtención de datos secundarios

Para obtener los datos referidos a la *tarifa eléctrica* se investigaron los informes y registros de la empresa de distribución de electricidad AES-CLESA, solicitando esta información:

- Datos históricos de consumo eléctrico
- Datos históricos de la facturación eléctrica
- Datos sobre costos de tarifa eléctrica (según potencia contratada y demanda de energía)

Diseño de procedimiento para la obtención de datos primarios.

Para obtener los datos primarios de las *instalaciones eléctricas, electrónicas y estructurales* el procedimiento fue el siguiente: Para las instalaciones eléctricas y electrónicas se realizó un censo de equipo eléctrico empleando la herramienta del Check List, el cual consta de listar toda máquina, equipo y sistema que para funcionar utiliza electricidad. Se visitó cada una de las áreas del hospital donde se tabularon lámparas, computadoras, impresoras, ventiladores y demás equipos, anotando las especificaciones de energía consumida según el fabricante, y si no se especifica se anota la potencia de trabajo y el tiempo promedio que se utiliza el sistema. En cuanto a las instalaciones estructurales el procedimiento se realizó observando cada estructura edificada, esto con el objetivo de saber si algunas modificaciones pueden contribuir a ahorrar energía.

En la obtención de los datos primarios de la *cultura energética* se siguió el siguiente procedimiento utilizando las herramientas de la entrevista y un cuestionario impartió a diferentes empleados de la institución: aquí se utilizan métodos más tradicionales, la obtención de datos fue a base de una encuesta. Primero se identificaron los sujetos de la investigación y se obtuvo una muestra a partir de éstos, luego se procedió a elaborar los instrumentos para obtener los datos, los cuales son un cuestionario cuyo tema es el consumo energético y sus efectos (formulado para las personas que laboran en el hospital) y una guía de entrevista dirigida al jefe de mantenimiento del hospital. Estos se realizaron para obtener los datos en cuanto a conocimiento de las personas que laboran en el hospital del tema de ahorro y consumo energético.

3.1.4. Universo y muestra

La investigación estuvo dirigida a estudiar diferentes elementos que inciden en el consumo eléctrico; entre los cuales están: equipos y aparatos eléctricos, así como la cultura de ahorro de energía del personal que labora en el hospital. El universo de estudio estuvo conformado por el personal que labora en el hospital el cual se compone de un total de 230 personas. A continuación, se describe el personal que labora en cada una de las áreas que conforman el hospital:

Disciplina	Hombres	Mujeres
Dirección	4	7
Oficina por el derecho a la salud		1
Encargado de activo fijo	1	
Informática		1
Unidad financiera institucional	4	1
Jefe unidad de recursos humanos	3	
Jefe unidad de adquisiciones y contrataciones institucional		1
Jefe de servicios generales		8
Almacén		3
Lavandería		3
Mantenimiento	6	
Estadística	8	4
Farmacia	2	6
Laboratorio clínico	7	6
Radiología	3	3
Anestesiología	4	2
Fisioterapia	3	
Alimentación y dietas	7	2
Departamento de enfermería	6	
Consulta externa	14	6
Emergencia y médicos residentes	17	9
Centro quirúrgico	10	4
Ginecología	17	3
Pediatría/Neonatología	17	2
Medicina interna	8	3
Cirugía general	4	5
Arsenal y central de esterilizaciones	5	
Total	144	86
Total hombres/mujeres		230

Tabla 3: Personal que labora en el HNCH.

Fuente: Registros HNCH.

En base a los datos del personal que labora en el hospital se procedió a determinar el tamaño de la muestra utilizando un muestreo aleatorio simple con población finita, el cálculo de dicha muestra es el que se presenta a continuación:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq} \text{ (Muestreo simple para población finita)}$$

*Figura 21: Muestreo simple para población finita.
Fuente: (Sampieri, 2014)*

De donde:

- n= Número de personas de la muestra
- Z= Nivel de confianza
- N= Tamaño de la población
- E= Error muestral
- p= Probabilidad de éxito
- q= Probabilidad de fracaso

A continuación, se detalla el cálculo de la muestra para la población del hospital.

- N=230
- Z= Nivel de confianza= 1.96
- E= Error muestral=10%=0.1
- p= Probabilidad de éxito=50%=0.5
- q= Probabilidad de fracaso=50%=0.5

Sustituyendo tenemos:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)(230)}{(230)(0.1)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = 67.75 = 68 \text{ personas}$$

En total fueron 68 cuestionarios impartidos al personal que labora en el Hospital Nacional de Chalchuapa.

3.2. Técnicas de investigación

Para poder recoger la información de manera inmediata y de manera precisa se utilizaron diversas técnicas de investigación con las cuales se pudo operativizar los datos sobre el consumo eléctrico en el Hospital de Chalchuapa.

3.2.1. Encuesta

Se utilizó esta técnica para dar inicio a la investigación y así establecer las bases que permitan realizar el diagnóstico de consumo eléctrico en el hospital. Para recopilar la información requerida se hizo uso del instrumento de la encuesta que consistió en un cuestionario dirigido al personal que labora en la institución (*Ver Anexo 2*); la información que se obtuvo fue el nivel de conocimiento que se tiene del tema y el grado de compromiso con el ahorro de energía.

3.2.2. Observación

Esta es una técnica fue de mucha importancia para conocer el estado de las instalaciones eléctricas, equipos y aparatos eléctricos, consumo eléctrico de las diferentes áreas, así mismo, ayudo a identificar posibles fallas y oportunidades de mejora; además, el uso que el personal que trabaja en el hospital hace del recurso energético. Para poder aplicarla se hizo uso de un Check List (*Ver Anexo 3*); en visitas previamente programadas.

3.2.3. Entrevista

Emplear la técnica de la entrevista fue de mucha utilidad ya que permitió tener un acercamiento más a profundidad con el tema en estudio. La entrevista estuvo dirigida al jefe de mantenimiento a fin de conocer los planes de mantenimiento que utilizan, necesidades en el campo de trabajo y propuestas de ahorro, además, la postura de las autoridades respecto al tema. Para la obtención de la información anteriormente mencionada se utilizó una guía para la entrevista (*Ver Anexo 4*).

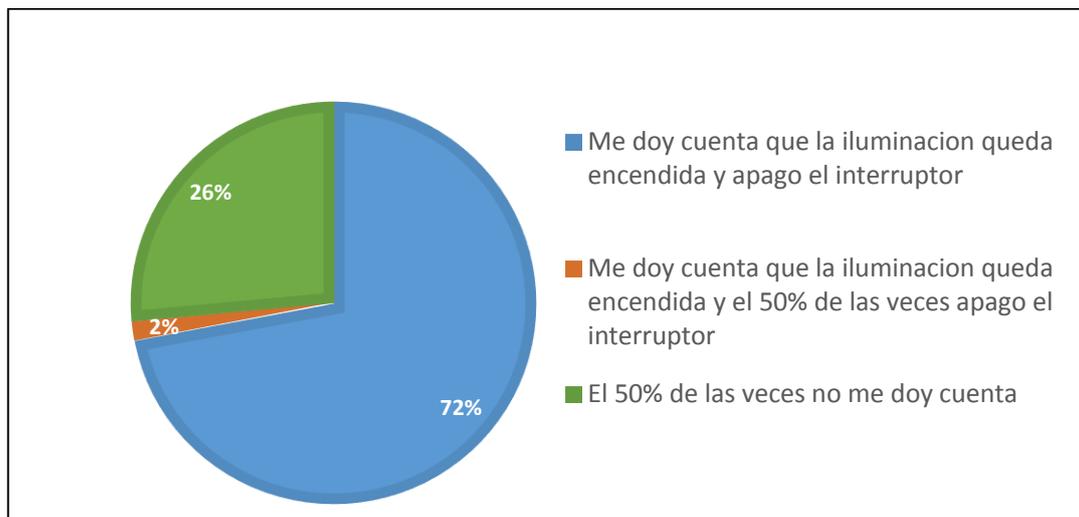
3.2.4. Resultados de la Encuesta

A continuación, se detalla el diagnóstico de la cultura energética el cual presenta la postura del personal del hospital frente al consumo de energía, este diagnóstico tiene por objetivo estudiar las prácticas y hábitos del personal para identificar si estos contribuyen o no al ahorro de energía, parte de los resultados obtenidos de este análisis fueron obtenidos a través del cuestionario.

3.2.4.1. Presentación de datos sobre Cultura Energética

Pregunta 1 Cuando se encuentra en su área de trabajo con luminarias encendidas ¿Qué es lo que hace al salir?

Objetivo: Determinar si los trabajadores tienen el hábito de revisar las lámparas o focos cuando abandonan su lugar de trabajo.



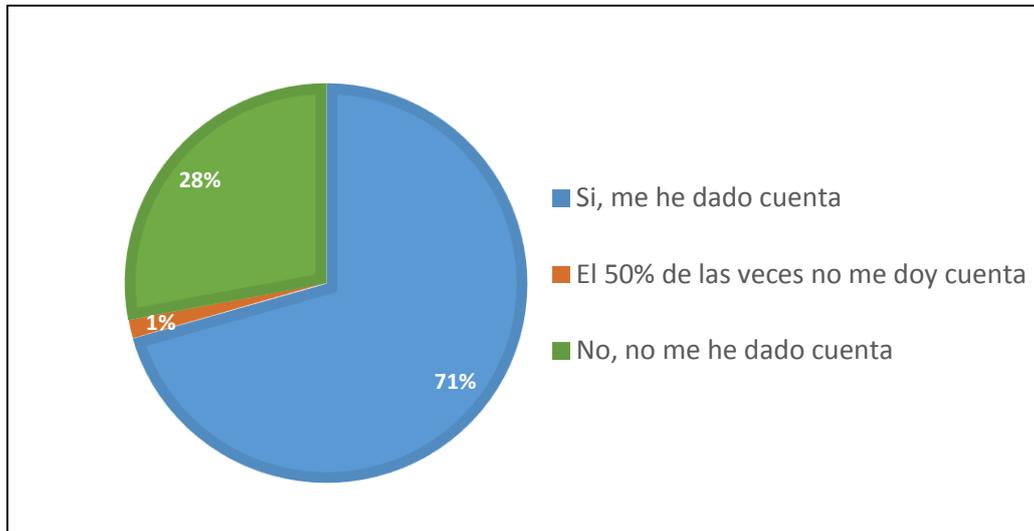
Gráfica: 3: Hábitos al salir de instalaciones del hospital.

Fuente: Propia.

Con relación a la pregunta número 1 se observa que 166 empleados tienen el hábito de apagar la iluminación al abandonar su lugar de trabajo, mientras que 60 de los empleados se dan cuenta que la iluminación queda encendida pero solo el 50% de las veces las apagan y por último un 4 no se da cuenta que estas quedan encendidas el 50% de las veces. Esto refleja que se tiene un porcentaje aceptable de personas con tendencia hacia el ahorro de energía a través del uso de luminarias

Pregunta 2 ¿Ha observado alguna vez luminarias encendidas en donde no se encuentran personas?

Objetivo: Identificar si los trabajadores tienen el hábito de observar que dentro de las instalaciones del hospital no permanezcan luminarias encendidas sin necesidad.

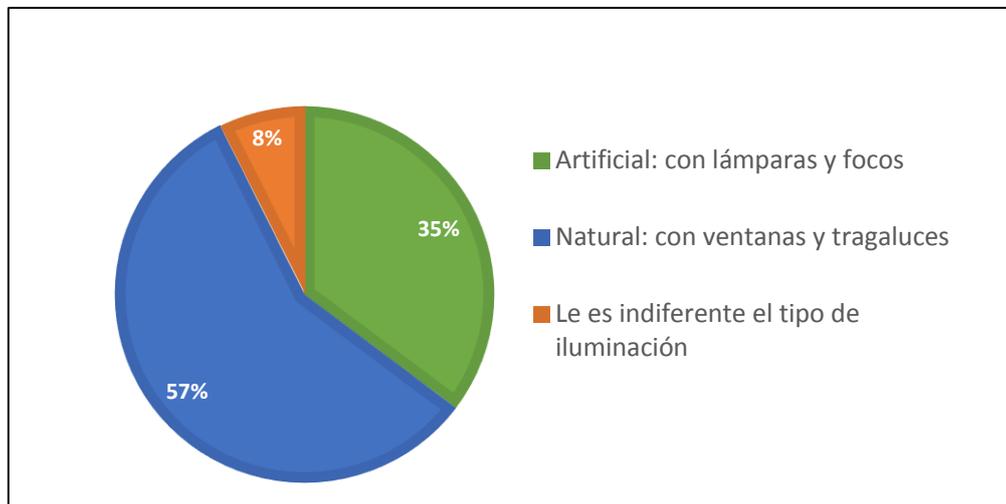


*Gráfica: 4: Hábitos realizados cuando hay luminarias que no son utilizadas.
Fuente: Propia.*

Con relación a la pregunta número 2 se observa que 163 empleados tienen el hábito de observar luminarias encendidas en donde no se encuentran personas, por otra parte, 64 de ellos no se da cuenta que la iluminación permanece encendida en un área sin personas, finalmente, 3 no se percatan que la iluminación se encuentra encendida sin necesidad el 50% de las veces. Esto refleja que el personal ha encontrado circunstancias en las cuales se está desperdiciando energía por uso inadecuado de luminarias.

Pregunta 3 Cuando se encuentra en una instalación durante la jornada diurna con iluminación confortable ¿Cómo prefiere que este lugar se encuentre iluminado?

Objetivo: Indagar en las preferencias de los trabajadores respecto al tipo de iluminación que debería ser usada durante la jornada diurna de trabajo

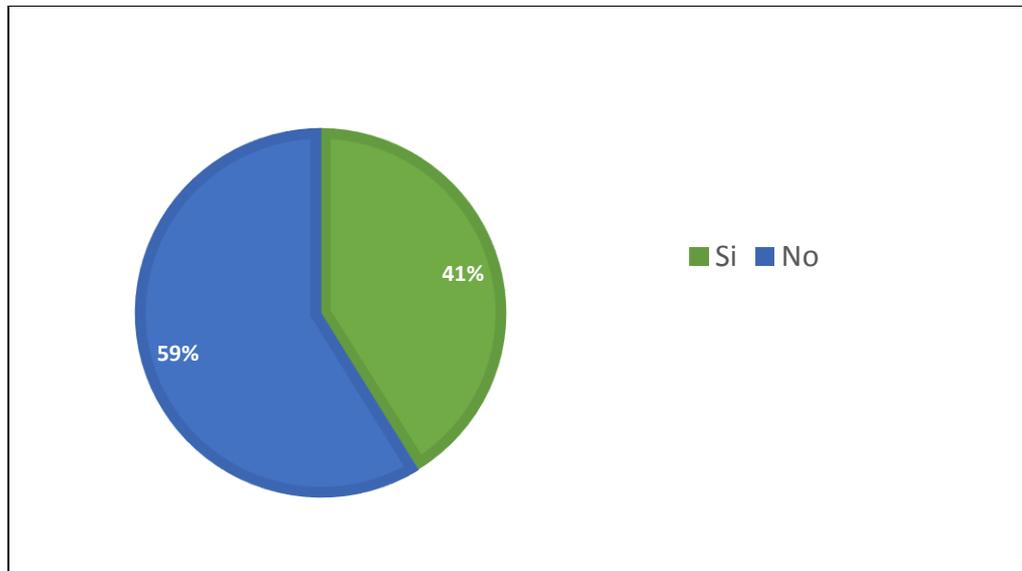


*Gráfica: 5: Preferencia del tipo de iluminación.
Fuente: Propia.*

De acuerdo con la pregunta número 3 se observa que 131 empleados prefieren durante la mañana que su lugar de trabajo se encuentre iluminado de forma natural, 81 prefieren que su lugar de trabajo permanezca iluminado con iluminación artificial y por ultimo al 18 les es indiferente el tipo de iluminación que se utilice. Esto muestra que la mayor parte prefiere la iluminación natural, no obstante, existe un porcentaje considerable del personal que tiene una inclinación por la iluminación artificial.

Pregunta 4 ¿Cuándo se encuentra en su lugar de trabajo durante la jornada diurna, la iluminación artificial (focos y lámparas) debe estar encendida para satisfacer sus niveles confortables de luz?

Objetivo: Examinar si los trabajadores presentan la necesidad de iluminación artificial durante el lapso de la jornada diurna.

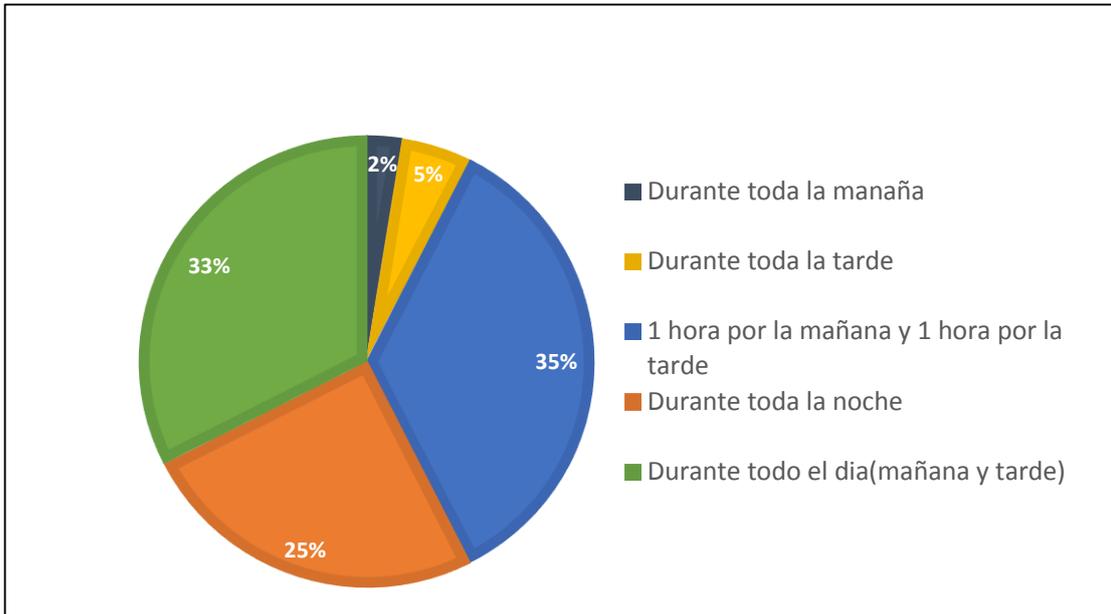


*Gráfica: 6: Necesidad de iluminación artificial.
Fuente: Propia.*

Con relación a la pregunta número 4 se observa que 136 de los empleados prefieren mantener las luces apagadas en su lugar de trabajo durante la jornada diurna, por otro lado, 94 prefieren mantenerlas encendidas. Lo anterior refleja porcentajes similares en cuanto a las preferencias del tipo de iluminación.

Pregunta 5 ¿En qué horario acostumbra mantener las luces encendidas?

Objetivo: Identificar las horas que el personal acostumbra mantener las luminarias encendidas durante el transcurso del día.



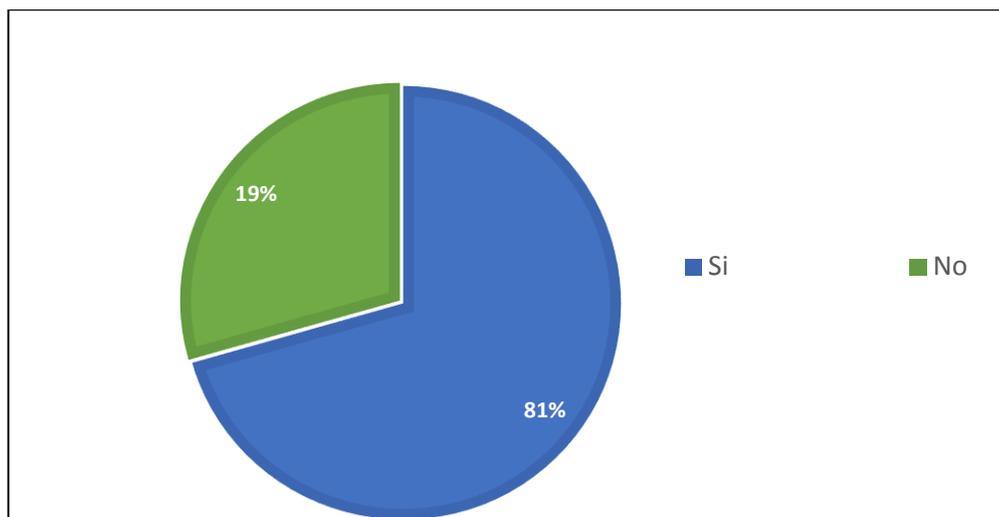
Gráfica: 7: Horario de uso de luminarias.

Fuente: Propia.

Con relación a la pregunta número 5 se observa que 81 empleado suele mantener las luces encendidas durante un promedio de 1 hora por la mañana y 1 hora por la tarde, luego se observa que 76 acostumbran mantener las luces encendidas durante todo el día, además se observa que 58 mantienen las luces encendidas durante toda la noche, a su vez, 11 mantienen las luces encendidas durante toda la tarde y finalmente, 4 acostumbran mantener las luces encendidas durante toda la mañana. Esto refleja la necesidad de mantener las luces encendidas durante cualquier hora del día.

Pregunta 6 ¿Desconecta y/o apaga equipos como microondas, cafeteras, cocinas eléctricas, ventiladores, entre otros? Cuando no están siendo utilizados.

Objetivo: Indagar si el personal tiene el hábito de desconectar los equipos eléctricos durante los lapsos que estos no están siendo utilizados.

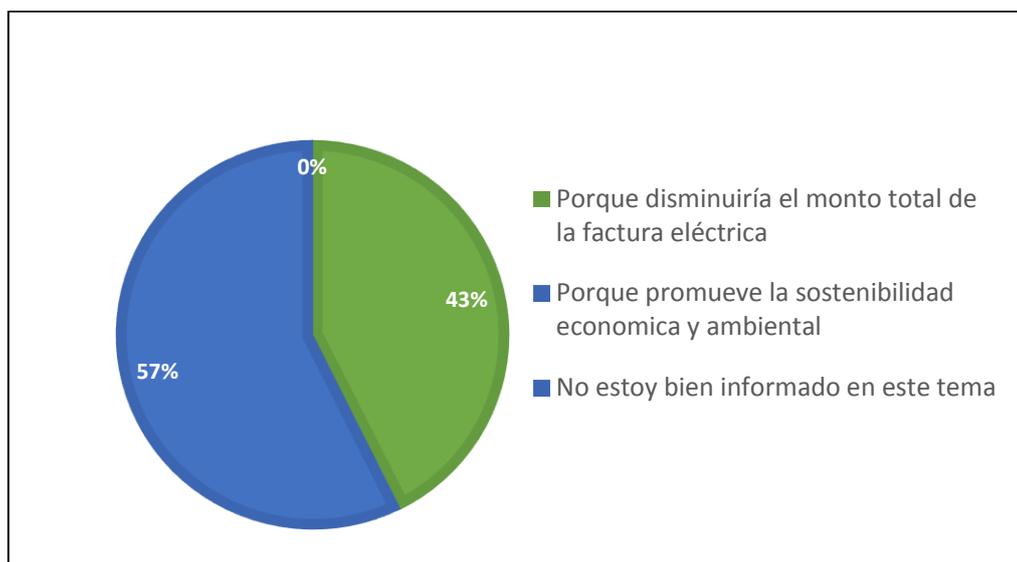


Gráfica: 8: Hábito de desconectar equipos que no son utilizados.
Fuente: Propia.

Con relación a la pregunta número 6 se observa que 186 de los empleados tiene el hábito o iniciativa de desconectar equipos cuando no están siendo utilizados, esto es importante ya que existen muchos equipos que tienen un consumo de energía en modo espera o stand by lo cual evitaría tener que desconectarlos siempre que no se estén utilizando, sin embargo, 44 no desconectan los equipos cuando no son utilizados.

Pregunta 7 ¿Por qué sería importante para usted ahorrar energía?

Objetivo: Determinar la razón que motiva al personal a ahorrar energía.



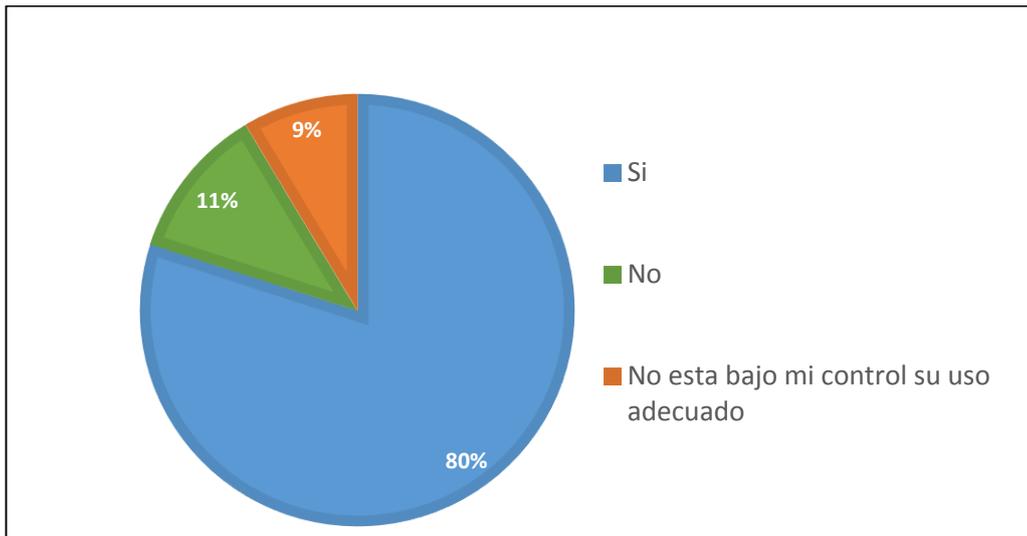
Gráfica: 9: Importancia de ahorrar energía.
Fuente: Propia.

Con relación a la pregunta número 7 se observa que para 131 empleados es importante ahorrar energía porque promueve la sostenibilidad económica y ambiental; para

99 es importante ahorrar energía porque disminuirá el monto total de la factura eléctrica y por consiguiente todos los encuestados tienen interés en el ahorro de energía, lo cual es importante al momento de desarrollar medidas que contribuyan al ahorro energético.

Pregunta 8 ¿Considera que hace un uso eficiente del aire acondicionado?

Objetivo: Determinar si el personal hace un uso adecuado de los equipos de aire acondicionado en su lugar de trabajo y durante el transcurso que este se encuentra en uso.



Gráfica: 10: Uso de aires acondicionados.

Fuente: Propia.

Con relación a la pregunta número 8 se observa que 184 empleados consideran hacer uso eficiente del aire acondicionado, 25 consideran que no y 21 consideran que su uso adecuado no está bajo su control. Es importante mencionar que la mayor parte de los empleados hacen un uso adecuado del aire acondicionado ya que este es uno de los sistemas que tiene mayor consumo de energía.

3.2.5. Resultados obtenidos mediante la técnica de la Entrevista

A continuación, se presentan los resultados de la entrevista, la cual fue realizada al jefe de mantenimiento para conocer la postura de las autoridades respecto al consumo y ahorro de energía eléctrica.

La combinación de los resultados del cuestionario y la entrevista será la que permitirá realizar un análisis de la cultura del personal que labora en el hospital respecto al ahorro de energía.

Pregunta 1: ¿Cuál es el tipo de suministro de energía que posee el hospital?

Objetivo: Identificar el tipo de suministro de energía que tiene contratado el Hospital Nacional de Chalchuapa.

El HNCH cuenta con un servicio de energía suministrado por la empresa AES-CLESA, este tipo de servicio es en **gran demanda en media tensión con medidor horario** y su límite mínimo de potencia instalada es de 50 kW. Suministro de 208 V, entrada principal 13,000 V, entrada secundaria 120 V; subestación con 3 transformadores de 167 Kva cada uno.

Pregunta 2 ¿Existe actualmente algún problema en el sistema eléctrico?

Objetivo: Identificar la existencia de problemas en el sistema eléctrico actual.

Actualmente se presenta el problema que se tiene la red con voltaje 208 y se cuenta con equipos que requieren voltaje 220 para su funcionamiento; los cuales al suministrarles voltaje inferior tienen un mayor consumo de corriente (amperios) y se genera una probabilidad que se dañen debido a no trabajar con la tensión requerida. Y en el caso contrario es decir a equipos de 208 al llegarle un voltaje de 220 los aparatos se dañarían.

Pregunta 3 ¿Cuentan con equipos eléctricos deteriorados parcialmente que se encuentren en funcionamiento?

Objetivo: Determinar si dentro de los sistemas eléctricos del hospital operan equipos dañados, ya que esto podría incurrir en un consumo adicional de energía.

En la actualidad se cuenta con un 80% de equipos trabajando en óptimas condiciones, ya que se está dando seguimiento permanente a la reparación y/o sustitución de equipos deteriorados.

Pregunta 4 ¿Cuentan con un plan de mantenimiento de luminarias?

Objetivo: Determinar si cuentan actualmente con un plan de mantenimiento de luminarias.

Actualmente no se cuenta con un plan de mantenimiento de luminarias.

Pregunta 5 ¿Qué hacen para reducir el consumo de energía?

Objetivo: Determinar si actualmente llevan a cabo medidas que contribuyan a la reducción del consumo de energía.

Concientizar al personal por medio de las jefaturas de cada área a que hagan buen uso de los dispositivos eléctricos. Una iniciativa que se ha implementado últimamente es la colocación de stickers con mensajes alusivos a hacer un uso adecuado del recurso energético.

Pregunta 6 ¿Qué necesidades han identificado en el sistema eléctrico?

Objetivo: Identificar elementos necesarios para el óptimo funcionamiento del sistema eléctrico.

Se necesita sustituir los tableros que controlan la parte antigua del hospital, ya que con los que se tienen actualmente están obsoletos. Y algunas luminarias dañadas en los pasillos y diferentes áreas del hospital.

Pregunta 7 ¿Brindan algún tipo de capacitación al personal respecto al tema de ahorro de energía y formas de hacer buen uso del recurso?

Objetivo: Determinar si capacitan al personal que labora en el hospital referente al ahorro energético y al uso adecuado del recurso

No se cuenta con un plan o programa de capacitaciones, ocasionalmente se concientiza al personal únicamente de boca en boca.

Pregunta 8 ¿Cuál es la política institucional de las autoridades del hospital ante el consumo eléctrico y propuestas de ahorro?

Objetivo: Determinar si las autoridades del hospital tienen a bien la adopción de medidas que contribuyan al ahorro energético.

Las autoridades del hospital siempre están en la disposición de adoptar medidas que contribuyan a la eficiencia energética.

Pregunta 9 Sugiere alguna propuesta para el ahorro del consumo de energía eléctrica.

Objetivo: Obtener sugerencias e ideas para el desarrollo del plan de ahorro energético para el hospital.

- Reducir o evitar el ingreso de equipos electrodomésticos al hospital como microondas, hornos, cocinas, etc.
- Ubicar los equipos (microondas, hornos, cocinas, etc.) en áreas previamente establecidas, para evitar que se encuentren prácticamente en todas las áreas del hospital; ya que estando dispersos se dificulta controlar su uso y la implementación de acciones que permitan ahorrar energía.

3.2.6. Resultados obtenidos mediante la técnica de observación

Estos resultados son producto de enlistar la cantidad de luminarias, de equipos de informática de aires acondicionados y otros aparatos que consumen energía con el objetivo de realizar un análisis del consumo que estos hacen y poder crear estrategias dentro del plan que hagan hincapié en evitar este desperdicio y así promover el ahorro.

3.2.6.1. Diagnóstico del Sistema de Iluminación, Ofimática, Aires Acondicionados, y otros equipos eléctricos en HNCH

Mediante el uso de la herramienta del Check List se realizó el conteo de todas las luminarias en el hospital, así como también el de los aires acondicionados, el sistema de informática y por ultimo todos los demás equipos eléctricos y electrónicos. Este conteo junto otros elementos fueron considerados para determinar el consumo de energía eléctrica en el HNCH (el detalle de los procedimientos para la obtención del consumo eléctrico de cada diagnóstico se encuentra en el *Anexo 5*).

A continuación, se presenta el detalle del consumo total por todos los sistemas en cada módulo.

3.2.6.1.1. Consumo eléctrico módulo 1

- **Check List desarrollado en módulo 1.**

Fecha: ____/____/____

Módulo observado: _____

Objetivo: evaluar las condiciones actuales de los sistemas eléctricos en el módulo 1.

CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
CONDICIONES DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS			
Se encuentran las luminarias libres de suciedad que pueda afectar los niveles de iluminación		X	Polvo
Se encuentran obstruidas las entradas de luz natural como ventanas o tragaluces	X		Ventanas
Si el recinto esta climatizado, este está expuesto al sol	X		En algunas áreas
Filtraciones de calor al interior	X		
Equipos de aire acondicionado deficientes.	X		En algunas áreas
Existe equipo eléctrico utilizado inadecuadamente	X		Encendido sin usarse
CONEXIONES ELÉCTRICAS			
Las conexiones eléctricas están debidamente protegidas y canalizadas	X		
Los cables eléctricos se encuentran en buen estado y no están descubiertos	X		
Las áreas de alto voltaje están señalizadas y protegidas del libre acceso	X		
ILUMINACIÓN			
Iluminación deficiente (penumbra)		X	
Iluminación excesiva (deslumbramiento)		X	
Mantenimiento a las luminarias		X	
Resumen del consumo eléctrico			
Sistema de iluminación			
Tipo de luminaria	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Lámpara Fluorescente	49	736.64	
Foco ahorrador	13	233.69	
Foco incandescente	2	1.80	
Panel LED	0	0	
Focos de mercurio	0	0	
Consumo en kWh/mes 972.12			
Sistema de ofimática			
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Computadora	17	1,846.94	
Laptop	1	12.14	
Impresora	8	10.093	
Regulador	1	1,296.00	
Consumo en kWh/mes 3,165.18			

Sistema de aires acondicionados		
Equipo (tipo de sistema de A/A)	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Mini Split	3	397.48
Central	0	
De ventana	1	2390.95
Consumo en kWh/mes 2,788.43		
Sistema de otros equipos		
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Ventiladores	7	36.99
Hornos tostadores	1	11.25
Microondas	2	42.00
Cocina eléctrica	0	0
Refrigeradores	1	31.50
Oasis	2	64.50
Frízer	1	126.00
Cafeteras	2	19.13
Cuarto frío	0	0
Cámara refrigerante	0	0
Lavadoras	0	0
Secadoras	0	0
Plancha	0	0
Consumo en kWh/mes 331.37		
Consumo total del módulo 1 en kWh/mes 7,257.1		

Tabla 4: Check List desarrollado en módulo 1

Fuente: Propia

3.2.6.1.2. Consumo eléctrico módulo 2.

- **Check List desarrollado en módulo 2.**

Fecha: ____/____/____

Módulo observado: _____

Objetivo: evaluar las condiciones actuales de los sistemas eléctricos en el módulo 2.

CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
CONDICIONES DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS			
Se encuentran las luminarias libres de suciedad que pueda afectar los niveles de iluminación		X	Pantallas protectoras sucias
Se encuentran obstruidas las entradas de luz natural como ventanas o tragaluces		X	
Si el recinto esta climatizado, este está expuesto al sol	X		En algunas áreas
Filtraciones de calor al interior	X		En algunas áreas
Equipos de aire acondicionado deficientes.	X		

Existe equipo eléctrico utilizado inadecuadamente	X		
CONEXIONES ELÉCTRICAS			
Las conexiones eléctricas están debidamente protegidas y canalizadas	X		
Los cables eléctricos se encuentran en buen estado y no están descubiertos	X		
Las áreas de alto voltaje están señalizadas y protegidas del libre acceso	X		
ILUMINACIÓN			
Iluminación deficiente (penumbra)	X		Por falta de mantenimiento
Iluminación excesiva (deslumbramiento)		X	
Mantenimiento a las luminarias		X	
Resumen del consumo eléctrico			
Sistema de iluminación			
Tipo de luminaria	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Lámpara Fluorescente	63	1,533.50	
Foco ahorrador	8	16.61	
Foco incandescente	0	0	
Panel LED	10	172.80	
Focos de mercurio	0	0	
Consumo en kWh/mes 1,722.90			
Sistema de ofimática			
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Computadora	10	2,017.37	
Laptop	0	0	
Impresora	7	124.50	
Regulador	0	0	
Consumo en kWh/mes 2,141.87			
Sistema de aires acondicionados			
Equipo (tipo de sistema de A/A)	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Mini Split	7	6260.57	
Central	2	417.60	
De ventana	1	2585.417	
Consumo en kWh/mes 9263.58			
Sistema de otros equipos			
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Ventiladores	2	18.00	
Hornos tostadores	2	93.00	
Microondas	0	0	
Cocina eléctrica	1	45.00	
Refrigeradores	2	85.50	
Oasis	0	0	
Frízer	0	0	
Cafeteras	2	75.00	
Cuarto Frío	0	0	
Cámara refrigerante	1	60	

Lavadoras	0	0
Secadoras	0	0
Plancha	0	0
Consumo en kWh/mes 376.50		
Consumo total del módulo 2 en kWh/mes 13,504.85		

Tabla 5: Check List desarrollado en módulo 2

Fuente: Propia

3.2.6.1.3. Consumo eléctrico módulo 3.

- **Check List desarrollado en módulo 3.**

Fecha: ____/____/____

Módulo observado: _____

Objetivo: evaluar las condiciones actuales de los sistemas eléctricos en el módulo 3.

CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
CONDICIONES DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS			
Se encuentran las luminarias libres de suciedad que pueda afectar los niveles de iluminación		X	Polvo
Se encuentran obstruidas las entradas de luz natural como ventanas o tragaluces		X	
Si el recinto esta climatizado, este está expuesto al sol	X		
Filtraciones de calor al interior	X		
Equipos de aire acondicionado deficientes.		X	
Existe equipo eléctrico utilizado inadecuadamente	X		
CONEXIONES ELÉCTRICAS			
Las conexiones eléctricas están debidamente protegidas y canalizadas	X		
Los cables eléctricos se encuentran en buen estado y no están descubiertos	X		
Las áreas de alto voltaje están señalizadas y protegidas del libre acceso	X		
ILUMINACIÓN			
Iluminación deficiente (penumbra)		X	
Iluminación excesiva (deslumbramiento)		X	
Mantenimiento a las luminarias		X	
Resumen del consumo eléctrico			
Sistema de iluminación			
Tipo de luminaria	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Lámpara Fluorescente	59	1,050.00	
Foco ahorrador	6	21.06	
Foco incandescente	0	0	
Panel LED	0	0	
Focos de mercurio	0	0	
Consumo en kWh/mes 1,071.06			
Sistema de ofimática			

Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Computadora	2	304.92
Laptop	0	0
Impresora	0	0
Regulador	0	0
Consumo en kWh/mes 304.92		
Sistema de aires acondicionados		
Equipo (tipo de sistema de A/A)	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Mini Split	0	
Central	6	3737.60
De ventana	0	
Consumo en kWh/mes 3737.60		
Sistema de otros equipos		
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Ventiladores	0	0
Hornos tostadores	0	0
Microondas	0	0
Cocina eléctrica	0	0
Refrigeradores	0	0
Oasis	0	0
Freezer	0	0
Cafeteras	0	0
Cuarto Frio	0	0
Cámara refrigerante	0	0
Lavadoras	0	0
Secadoras	0	0
Plancha	0	0
Consumo en kWh/mes 0		
Consumo total del módulo 3 en kWh/mes 5,113.58		

Tabla 6: Check List desarrollado en módulo 3

Fuente: Propia

3.2.6.1.4. Consumo eléctrico módulo 4.

- **Check List desarrollado en módulo 4.**

Fecha: ____/____/____

Módulo observado: _____

Objetivo: evaluar las condiciones actuales de los sistemas eléctricos en el módulo 4.

CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
CONDICIONES DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS			
Se encuentran las luminarias libres de suciedad que pueda afectar los niveles de iluminación		X	Pantallas protectoras sucias
Se encuentran obstruidas las entradas de luz natural como ventanas o tragaluces		X	

Si el recinto esta climatizado, este está expuesto al sol	X		
Filtraciones de calor al interior		X	
Equipos de aire acondicionado deficientes.		X	
Existe equipo eléctrico utilizado inadecuadamente	X		
CONEXIONES ELÉCTRICAS			
Las conexiones eléctricas están debidamente protegidas y canalizadas	X		
Los cables eléctricos se encuentran en buen estado y no están descubiertos	X		
Las áreas de alto voltaje están señalizadas y protegidas del libre acceso	X		
ILUMINACIÓN			
Iluminación deficiente (penumbra)	X		
Iluminación excesiva (deslumbramiento)		X	
Mantenimiento a las luminarias		X	
Resumen del consumo eléctrico			
Sistema de iluminación			
Tipo de luminaria	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Lámpara Fluorescente	87	1,671.63	
Foco ahorrador	20	47.4	
Foco incandescente	4	12.6	
Panel LED	0	0	
Focos de mercurio	0	0	
Consumo en kWh/mes 1,731.63			
Sistema de ofimática			
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Computadora	2	68.06	
Laptop	1	30.36	
Impresora	1	0.23	
Regulador	0	0	
Consumo en kWh/mes 98.65			
Sistema de aires acondicionados			
Equipo (tipo de sistema de A/A)	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Mini Split	0		
Central	4	3363.84	
De ventana	0		
Consumo en kWh/mes 3363.84			
Sistema de otros equipos			
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Ventiladores	2	6.75	
Hornos tostadores	1	12	
Microondas	2	73.5	
Cocina eléctrica	0	30	
Refrigeradores	2	63.6	
Oasis	2	83.22	
Frízer	0	0	

Cafeteras	2	50.4
Cuarto Frio	0	0
Cámara refrigerante	0	0
Lavadoras	0	0
Secadoras	0	0
Plancha	0	0
Consumo en kWh/mes 319.47		
Consumo total del módulo 4 en kWh/mes 5,513.59		

Tabla 7: Check List desarrollado en módulo 4

Fuente: Propia

3.2.6.1.5. Consumo eléctrico módulo 5.

- **Check List desarrollado en módulo 5.**

Fecha: ____/____/____

Módulo observado: _____

Objetivo: evaluar las condiciones actuales de los sistemas eléctricos en el módulo 5.

CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
CONDICIONES DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS			
Se encuentran las luminarias libres de suciedad que pueda afectar los niveles de iluminación		X	Pantallas protectoras sucias
Se encuentran obstruidas las entradas de luz natural como ventanas o tragaluces		X	
Si el recinto esta climatizado, este está expuesto al sol		X	
Filtraciones de calor al interior		X	
Equipos de aire acondicionado deficientes.		X	
Existe equipo eléctrico utilizado inadecuadamente	X		
CONEXIONES ELÉCTRICAS			
Las conexiones eléctricas están debidamente protegidas y canalizadas	X		
Los cables eléctricos se encuentran en buen estado y no están descubiertos	X		
Las áreas de alto voltaje están señalizadas y protegidas del libre acceso	X		
ILUMINACIÓN			
Iluminación deficiente (penumbra)	X		
Iluminación excesiva (deslumbramiento)		X	
Mantenimiento a las luminarias		X	
Resumen del consumo eléctrico			
Sistema de iluminación			
Tipo de luminaria	Cantidad	Consumo en kWh al mes	
Lámpara Fluorescente	23	450.61	

Foco ahorrador	12	93.96
Foco incandescente	0	0
Panel LED	0	0
Focos de mercurio	0	0
Consumo en kWh/mes 544.56		
Sistema de ofimática		
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Computadora	0	0
Laptop	2	97.15
Impresora	3	1.38
Regulador	0	0
Consumo en kWh/mes 98.53		
Sistema de aires acondicionados		
Equipo (tipo de sistema de A/A)	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Mini Split	0	0
Central	0	0
De ventana	0	0
Consumo en kWh/mes 0		
Sistema de otros equipos		
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Ventiladores	0	0
Hornos tostadores	0	0
Microondas	1	36.00
Cocina eléctrica	1	49.50
Refrigeradores	1	44.40
Oasis	1	37.50
Frízer	0	0
Cafeteras	1	33.75
Cuarto Frio	0	0
Cámara refrigerante	0	0
Lavadoras	0	0
Secadoras	0	0
Plancha	0	0
Consumo en kWh/mes 201.15		
Consumo total del módulo 5 en kWh/mes 844.24		

Tabla 8: Check List desarrollado en módulo 5

Fuente: Propia

3.2.6.1.6. Consumo eléctrico módulo 6.

- **Check List desarrollado en módulo 6.**

Fecha: ____/____/____

Módulo observado: _____

Objetivo: evaluar las condiciones actuales de los sistemas eléctricos en el módulo 6.

CONDICIONES A EVALUAR		SI	NO	OBSERVACIONES
CONDICIONES DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS				
Se encuentran las luminarias libres de suciedad que pueda afectar los niveles de iluminación	X			
Se encuentran obstruidas las entradas de luz natural como ventanas o tragaluces		X		
Si el recinto esta climatizado, este está expuesto al sol	X			
Filtraciones de calor al interior	X			
Equipos de aire acondicionado deficientes.		X		
Existe equipo eléctrico utilizado inadecuadamente	X			
CONEXIONES ELÉCTRICAS				
Las conexiones eléctricas están debidamente protegidas y canalizadas	X			
Los cables eléctricos se encuentran en buen estado y no están descubiertos	X			
Las áreas de alto voltaje están señalizadas y protegidas del libre acceso	X			
ILUMINACIÓN				
Iluminación deficiente (penumbra)	X			
Iluminación excesiva (deslumbramiento)		X		
Mantenimiento a las luminarias		X		
Resumen del consumo eléctrico				
Sistema de iluminación				
Tipo de luminaria	Cantidad	Consumo en kWh al mes		
Lámpara Fluorescente	68	515.28		
Foco ahorrador	9	29.97		
Foco incandescente	0	0		
Panel LED	0	0		
Focos de mercurio	0	0		
Consumo en kWh/mes 545.25				
Sistema de ofimática				
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes		
Computadora	4	269.53		
Laptop	0	0		
Impresora	4	2.28		
Regulador	0	0		
Consumo en kWh/mes 271.80				
Sistema de aires acondicionados				
Equipo (tipo de sistema de A/A)	Cantidad	Consumo en kWh al mes		
Mini Split	1	799.34		
Central	1	490.56		
De ventana	1	732.00		
Consumo en kWh/mes 2,021.90				
Sistema de otros equipos				
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes		
Ventiladores	3	15.84		
Hornos tostadores	1	11.25		

Microondas	1	12.75
Cocina eléctrica	1	16.5
Refrigeradores	4	127.2
Oasis	0	0
Freezer	1	60
Cafeteras	3	42.75
Cuarto Frio	3	1,552.20
Cámara refrigerante	1	84
Licuadora	1	9
Lavadoras	2	1,710.00
Secadoras	2	153.00
Plancha	1	195.00
Consumo en kWh/mes 3,989.49		
Consumo total del módulo 6 en kWh/mes 6,828.44		

*Tabla 9: Check List desarrollado en módulo 6
Fuente: Propia*

3.2.6.1.7. Consumo eléctrico módulo 7.

- **Check List desarrollado en módulo 7.**

Fecha: ____/____/____

Módulo observado: _____

Objetivo: evaluar las condiciones actuales de los sistemas eléctricos en el módulo 7.

CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
CONDICIONES DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS			
Se encuentran las luminarias libres de suciedad que pueda afectar los niveles de iluminación	X		
Se encuentran obstruidas las entradas de luz natural como ventanas o tragaluces	X		Abundante vegetación en fisioterapia
Si el recinto esta climatizado, este está expuesto al sol	X		
Filtraciones de calor al interior		X	
Equipos de aire acondicionado deficientes.		X	
Existe equipo eléctrico utilizado inadecuadamente	X		
CONEXIONES ELÉCTRICAS			
Las conexiones eléctricas están debidamente protegidas y canalizadas	X		
Los cables eléctricos se encuentran en buen estado y no están descubiertos	X		
Las áreas de alto voltaje están señalizadas y protegidas del libre acceso	X		
ILUMINACIÓN			
Iluminación deficiente (penumbra)	X		
Iluminación excesiva (deslumbramiento)		X	

Mantenimiento a las luminarias		X
Resumen del consumo eléctrico		
Sistema de iluminación		
Tipo de luminaria	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Lámpara Fluorescente	30	71.06
Foco ahorrador	18	38.82
Foco incandescente	1	5.4
Panel LED	16	61.06
Focos de mercurio (iluminación externa)	9	504
Consumo en kWh/mes 680.33		
Sistema de ofimática		
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al mes
Computadora	20	1,223.13
Laptop	2	20.24
Impresora	3	30.987
Proyector	1	1.97
Regulador	0	0
Consumo en kWh/mes 1,276.33		
Sistema de aires acondicionados		
Equipo (tipo de sistema de A/A)	Cantidad	Consumo en kWh al día
Mini Split	2	652.5
Central	2	382.8
De ventana	1	740.22
Consumo en kWh/mes 1775.52		
Sistema de otros equipos		
Equipo	Cantidad	Consumo en kWh al día
Ventiladores	3	10.08
Hornos tostadores	1	24.30
Microondas	1	22.50
Cocina eléctrica	1	33.00
Refrigeradores	4	153.90
Oasis	0	0
Frízer	0	0
Cafeteras	5	111.75
Cuarto Frio	0	0
Cámara refrigerante	5	420.00
Lavadoras	0	0
Secadoras	0	0
Plancha	0	0
Consumo en kWh/mes 775.53		
Consumo total del módulo 7 en kWh/mes 4,507.71		
Consumo total en HNCH 43,569.51 kwh/mes		

Tabla 10: Check List desarrollado en módulo 7

Fuente: Propia

3.2.7. Resumen de la cantidad de energía consumida en cada módulo por sistema para el mes de mayo de 2019

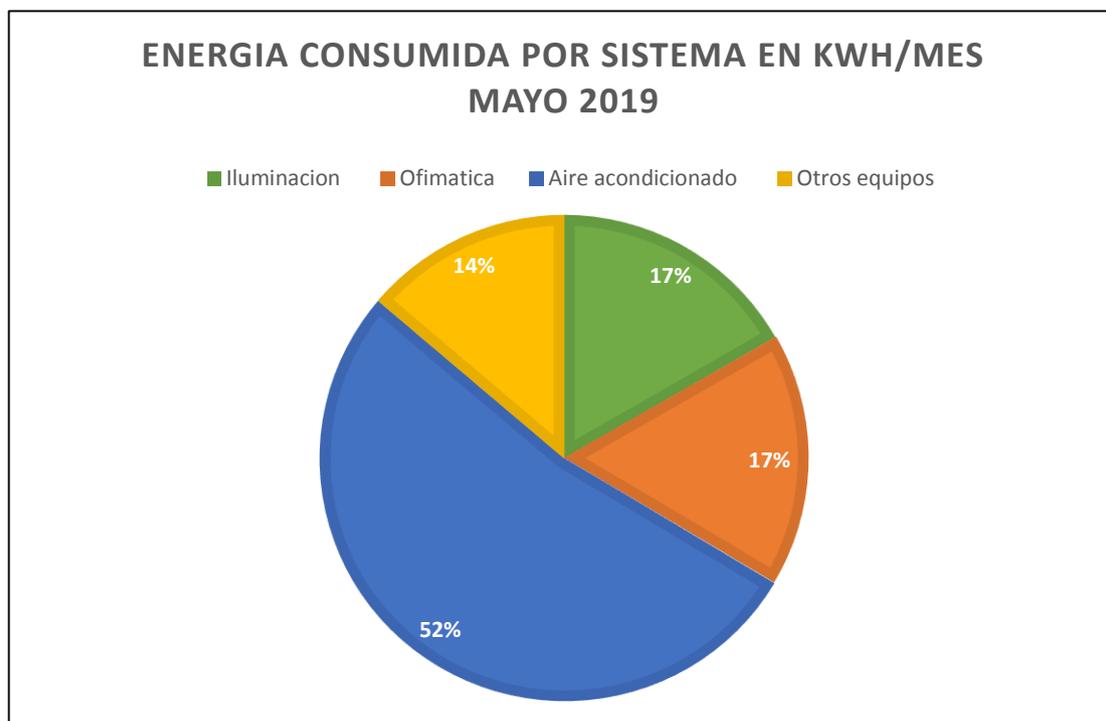
Energía consumida por sistema en KW/h/mes									
Sistema	Módulo 1	Modulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6	Módulo 7	Total	Porcentaje de energía consumida por sistema
Iluminación	972,12	1.722,90	1.071,06	1.731,63	544,56	545,25	680,33	7267,85	16,68%
Ofimática	3.165,18	2.141,87	304,92	98,65	98,53	271,8	1.276,33	7.357,28	16,89%
Aire acondicionado	2.788,43	9.263,58	3.737,60	3.363,84	0,00	2.021,90	1775,52	22.950,87	52,68%
Otros equipos	331,37	376,5	0,00	319,47	201,15	3.989,49	775,53	5993,51	13,76%
Total	7257,1	13.504,85	5.113,58	5.513,59	844,24	6.828,44	4.507,71	43.569,51	100,00%

Tabla 11: Energía consumida por sistema en KW/h/mes para el mes de mayo de 2019

Fuente: Propia

3.3. Conclusiones del Diagnóstico del Consumo Eléctrico para el mes de mayo de 2019

Se concluye que el consumo eléctrico total del HNCH para el mes de mayo de 2019 es 43,569.51 kW/mes. A continuación, se detallan la cantidad de energía consumida por cada sistema.



Gráfica: 11: Consumo Eléctrico para el mes de mayo de 2019
Fuente: Propia

- **Sistema de iluminación**

Luminarias de baja eficiencia energética en comparación con la tecnología LED

Con excepción de farmacia y oficinas administrativas todos los edificios del hospital tienen luminarias con baja eficiencia energética. Actualmente existen en el mercado luminarias (LED) que aportan mayor o igual flujo luminoso que las que se tienen en el hospital pero que consumen menos energía; considerando la cantidad de luminarias instaladas en el hospital y que en muchas áreas permanecen encendidas hasta más de 12 horas al día, se está desperdiciando energía o no aprovechando los beneficios de sustituirlas.

En la siguiente tabla se detalla la cantidad de luminarias de baja eficiencia energética y potencia eléctrica que consumen.

Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia (watts)
Lámpara fluorescente	372 (807 tubos)	32 c/tubo
Foco ahorrador	86	27 c/foco
Foco incandescente	7	60 c/foco
Foco de mercurio	9	175 c/foco
Potencia total instalada por luminarias deficientes 30.14 kW		

Tabla 12: cantidad de luminarias deficientes y potencia eléctrica

Fuente: Propia

Luminarias defectuosas

Además de las luminarias con baja eficiencia energética, se encontraron luminarias defectuosas las cuales presentaba el problema de que se encontraban quemadas y no habían sido reemplazadas, a continuación, se detalla en la siguiente tabla (*ver resumen completo en anexo 5*) el resumen de estas:

Cantidad de luminarias defectuosas	
Lámparas (tubos)	Focos
51	7

Tabla 13: Cantidad de luminarias defectuosas

Fuente: Propia

- **Sistema de ofimática**

Consumo fantasma

Este consumo es que se debe a los equipos que, aunque estén apagados, permanecen conectados a la red eléctrica, esto es algo que se puede observar en el hospital, dado que existen diversas áreas que laboran en horarios administrativos, es decir, en jornadas de ocho horas hábiles y en su mayoría los trabajadores no tienen el hábito de desconectar los equipos al retirarse de su puesto de trabajo. El consumo fantasma representa un aproximado de 298 kW/h al mes, para un total de 42 computadoras y 17 impresoras, este consumo es aproximadamente el 11% del consumo real de esos equipos (el detalle de este cálculo se encuentra en el *Anexo 5*)

Consumo por equipo encendido y sin uso

Se identificó que existe personal en el hospital que la mayor parte de las veces no apaga sus computadoras para realizar actividades como almorzar o reuniones de trabajo, es importante realizar esta acción ya que estos lapsos tienen una duración promedio de 30 a 40 minutos; se identificaron un total de 54 computadoras que presentan este desperdicio y su monto asciende a un total aproximado de 295 kW/h al mes (el detalle de este cálculo se presenta en el *Anexo 5*)

- **Sistema de aires acondicionado.**

No existe un plan de mantenimiento y/o limpieza de los equipos

En el Hospital se encontraron algunos aires acondicionados en mal estado, a causa del deterioro de los años y por la falta de un cuidado especializado para prolongar el tiempo de uso de las unidades.

Equipos muy antiguos con deficiencia energética

Existen algunos equipos en ciertas áreas del hospital donde se consume demasiada energía, esto se ve mayormente reflejado en las unidades tipo ventana, las cuales extraen poca cantidad de calor a cambio de un consumo grande de energía eléctrica. Esto genera un aproximado de 5,653.42 kWh/mes el cual representa un 25% de 22.950,87 del total consumido por el sistema de aires acondicionados (el resumen de este consumo se muestra en el *Anexo 5*) producto de estos equipos con baja eficiencia energética.

Áreas o recintos que no son herméticos

Se encontraron recintos los cuales no se encontraban totalmente herméticos (5 áreas en total que no están correctamente aislados), algunas ventanas estaban abiertas o no estaban pintadas permitiendo la entrada de los rayos ultravioleta al áreas y como se sabe eso incrementa la cantidad de calor a extraer de los equipos, así como también aires expuestos directamente al sol tal como es el caso del almacén de químicos y la bodega de informática, por tanto se puede concluir este como otro factor que aumenta el gasto de energía eléctrica en el hospital.

- **Cultura energética**

No se cuenta con un plan de mantenimiento de las luminarias

Como resultado de la entrevista al jefe de mantenimiento se pudo obtener la información de que en el hospital no se cuenta con un plan de mantenimiento de las luminarias y esto ocasiona que la mayor parte de las veces estas no iluminen lo suficiente, lo cual se puede solucionar simplemente inspeccionando aquellas luminarias que se encuentran defectuosas y limpiando las placas para que estas las luminarias iluminen adecuadamente.

No se cuenta con un plan de ahorro de energía

El hospital tampoco cuenta con un plan de ahorro de energía que contenga acciones que contrarresten situaciones de desperdicio de energía y por ende no se tenga un control de los sistemas eléctricos que conforman el hospital.

Personal no se encuentra bien informado con referente al tema del ahorro energético

Por medio de la pregunta número 7 de la entrevista se determinó que el hospital no realiza capacitaciones para instruir al personal referente al ahorro de energía y por ello se tiene un grado de desconocimiento con respecto al tema, esto genera en algunas ocasiones que el personal de manera inconsciente no haga un uso eficiente del recurso energético el cual no solamente es importante para reducir el costo de la factura, sino también promueve la sostenibilidad económica y ambiental.

Instalaciones estructurales y otros aparatos eléctricos

Uso inadecuado de equipos eléctricos

Se observó que muchos trabajadores del hospital tienen el mal hábito de no apagar los equipos cuando dejan de utilizarlos, se identificó muchos microondas, cocinas eléctricas, ventiladores, entre otros encendidos cuando nadie está haciendo uso de ellos, esta situación de desperdicio se genera simplemente por descuido de los trabajadores. De acuerdo con los resultados obtenidos de la pregunta número 6 de la encuesta tenemos que un 19% de los empleados no tiene el hábito de desconectar y/o apagar equipos cuando no están siendo utilizados, por lo cual se estima que el 19% (184.11 kWh/mes) del consumo de este sistema se está desperdiciando.

CAPÍTULO 4: PLAN DE AHORRO DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN HOSPITAL NACIONAL DE CHALCHUAPA

En el Hospital Nacional de Chalchuapa mensualmente se consume una cantidad considerable de energía eléctrica que ronda un promedio de 35,380 KWh/mes en los últimos 5 años (2014-2018). Se han detectado dos tipos de consumo de energía implicados, el primero de ellos es el requerido para que el hospital pueda operar normalmente como institución encargada de la atención médica, ejecutando cada uno de los procesos que se llevan a cabo dentro de las instalaciones y que necesitan el recurso energético para desarrollarse; pero también se tiene un segundo consumo en paralelo, este es el consumo que no presenta provecho alguno en las funciones del hospital de Chalchuapa y que se considera como desperdicio del recurso eléctrico.

El capítulo 4 presenta un plan de ahorro de energía eléctrica para el Hospital Nacional de Chalchuapa, dicho plan pretende atacar puntos específicos que se tienen como potenciales focos generadores de desperdicio energético diagnosticados en el capítulo 3 y potenciar otros puntos que son necesarios para un buen uso de la energía.

El plan se estructura en base a estrategias que busquen reducir o eliminar este desperdicio. Cada estrategia se basará en el diagnóstico de consumo energético donde se identificaron problemas de desperdicio eléctrico, sobre estos diagnósticos se planifican acciones correctivas para solucionar los problemas de desperdicio.



“PLAN DE AHORRO DE ENERGÍA EN HOSPITAL NACIONAL DE CHALCHUAPA”

Autores:

Asencio Ávila, José Rafael

Mata Velásquez, Eduardo Rafael

**Yánez Ramírez, Orlando
Vladimir**

2020

4.1. Objetivos del Plan de ahorro del consumo eléctrico

4.1.1. Objetivo General

Elaborar un plan de ahorro del consumo eléctrico en el Hospital Nacional de Chalchuapa.

4.1.2. Objetivos Específicos

- Establecer las estrategias del plan de ahorro de energía.
- Diseñar las acciones correctivas para el desarrollo de las estrategias del plan de ahorro de energía.
- Estimar la reducción del consumo eléctrico por implementación del plan de ahorro de energía.

4.2. Justificación del plan de ahorro del consumo eléctrico

La importancia del ahorro y uso eficiente de energía se manifiesta en la necesidad de reducir los gastos que implica el consumo excesivo de este insumo.

Teniendo en cuenta la situación actual del recurso energético del hospital Nacional de Chalchuapa, es importante realizar un plan que busque la reducción del desperdicio del consumo. Es así que el presente plan tiene como fin promover el ahorro de diferentes maneras con estrategias orientadas a las áreas que representan mayor desperdicio. En el diagnóstico del consumo eléctrico se concluyó que la institución presenta una serie de problemas los cuales aportan sustancialmente a que el consumo tienda a ser mayor de lo necesario para operar.

Los beneficios del plan de ahorro de energía generan una disminución de costos, desarrollo de conciencia medioambiental entre otros. Todo lo anterior se desarrolla con el fin de proponer soluciones y alternativas a consumos elevados y desperdicios de energía garantizando el ahorro del recurso energético.

4.3. Estrategias del plan de ahorro del consumo eléctrico

Para lograr una disminución o ahorro en el consumo eléctrico se deben atacar los componentes cobrados en la factura de electricidad del servicio contratado; algunos de esos componentes son dependientes directamente del uso que se le dé al sistema energético del hospital y los otros dependen de las empresas distribuidoras de energía y de las regulaciones del gobierno por medio de la SIGET. En el HNCH una disminución en la factura eléctrica puede obtenerse a través de la administración adecuada de los sistemas eléctricos, así también, por medio de la implementación de otras fuentes de energía (solar). A continuación, se presentan los sistemas que fundamentan las estrategias del Plan de ahorro de energía.

- Sistema de iluminación
- Sistema de ofimática
- Sistema de aire acondicionado
- Instalaciones estructurales y otros equipos
- Cultura energética
- Energía solar

Estos sistemas son el fundamento de las estrategias del Plan de ahorro ya que por medio de estas se puede lograr una disminución en los componentes cobrados en la factura eléctrica. Es importante mencionar que si bien la cultura energética no es propiamente un sistema eléctrico se ha considerado como parte de los sistemas debido al uso que las personas hacen de la electricidad está directamente relacionado con el consumo de energía.

Tomando como base los sistemas eléctricos se plantean dos estrategias para disminuir el consumo de energía en el HNCH; estas se describen a continuación.

4.3.1. Estrategia 1: Administración de sistemas eléctricos del HNCH

A continuación, se presentan los diferentes sistemas que conforman la estrategia: “administración de sistemas eléctricos”.

- **Sistema de iluminación**

Como parte de la estrategia “administración de sistemas eléctricos” a través del sistema de iluminación se pretende disminuir el consumo de electricidad en el HNCH administrando de mejor manera este sistema, es decir, implementar medidas que conduzcan a un ahorro de energía. Dichas medidas están orientadas a sustituir y/o disminuir el uso de tecnologías obsoletas para lo cual se propone la implementación de la tecnología LED; al uso correcto del sistema de iluminación por parte de los empleados, en otras palabras, formas de evitar los malos hábitos en el uso del sistema de iluminación; al máximo aprovechamiento de la iluminación natural ya que esta no presenta ningún costo.

- **Sistema de ofimática**

Como parte de la estrategia “administración de sistemas eléctricos”, se pretende controlar el funcionamiento de los equipos instalados en ofimática mediante su programación electrónica y otras medidas que disminuyan el uso innecesario del equipo. Se contribuye al ahorro de energía programando funciones de ahorro en los equipos para evitar consumos de energía innecesarios, además disminuye el consumo apagando los equipos durante lapsos más grandes en los cuales estos no están siendo utilizados y por ultimo contribuye a la reducción del consumo fantasma cortando el suministro de energía en los tomacorrientes donde se encuentra conectado equipo de ofimática cuando está apagado, esto se presenta en su mayoría durante la tarde-noche y madrugada, donde las áreas con horario administrativo no permanecen trabajando.

- **Sistema de aire acondicionado**

Siguiendo con la estrategia: “administración de sistemas eléctricos” se partirá siempre de las deficiencias que presentan algunos recintos climatizados y equipos de aire acondicionado para elegir adecuadamente las acciones correctivas que solucionen problemas como la entrada de calor a las áreas climatizadas ya sea por ventanas, techo, pared o puertas. Así como también posibilitar la ventilación natural; esta medida se aplica solamente a aquellas áreas que permitan la circulación de flujo de aire al interior, además, se sugiere el

reemplazo de algunos equipos de aire acondicionado de ventana obsoletos ubicados en el almacén de medicamentos, almacén de químicos, laboratorio y en el área de informática.

- **Instalaciones estructurales y otros equipos**

Las instalaciones estructurales juegan un papel muy importante en el ahorro del consumo energético ya que si estas son adecuadas se puede sacar el máximo provecho de los recursos naturales como la iluminación y ventilación y así, consumir menos energía eléctrica; como parte de este sistema de instalaciones estructurales se tiene también una serie de equipos que son utilizados por el personal para la preparación y conservación de sus alimentos, para satisfacer necesidades de ventilación, etc. La administración de instalaciones estructurales y otros equipos busca la adecuación de las instalaciones a las actividades que ahí se desarrollan y el uso adecuado de otros equipos para disminuir el consumo de energía.

- **Cultura energética**

La cultura energética hace referencia a los hábitos y prácticas de las personas referentes al consumo de energía; mediante la acción correctiva “capacitación en el uso adecuado de los diferentes sistemas” se brindaran indicaciones al personal de apagar y desconectar el equipo cuando termine su uso, además de resaltar la importancia de apagar las luminarias cuando no sea necesario mantenerlas encendidas o cuando no se estén utilizando; así como la concientización sobre los beneficios que produce el ahorro de energía; también se pretende informar al personal en lo referente al consumo controlado de energía y en como este puede traer beneficios en la disminución del monto total de la factura eléctrica.

4.3.2. Estrategia 2: Implementación de un sistema de generación de energía solar

Esta estrategia se abordará mediante la implementación de un sistema de energía solar para sustituir parte del consumo eléctrico del hospital que es suministrado por AES-CLESA por un sistema de generación fotovoltaico.

- **Energía Solar**

La estrategia “Implementación de un sistema de generación de energía solar” consiste en inyectar directamente a la red eléctrica del hospital un 10% 35380 KWh/mes del consumo total en kW/h/meses provenientes del sistema de generación de energía solar, de esta manera se obtendrá un ahorro sustancial en el monto de la factura eléctrica, ya que esta disminución sería obtenida directamente por la eliminación de energía proveniente de CLESA y no por eliminación o reducción de desperdicios.

4.4. Acciones correctivas del plan de ahorro de energía eléctrica

Las acciones correctivas están encaminadas a dar solución a las problemáticas de desperdicio encontradas, mediante las cuales se pretende mitigar el consumo de energía de cada sistema que conforma la red eléctrica del hospital.

4.4.1. Acciones correctivas para la estrategia 1: Administración de sistemas eléctricos del HNCH

A continuación, se detallan las acciones correctivas a implementar en los sistemas eléctricos del hospital, los cuales son: sistema de iluminación, sistema de ofimática, sistema de aires acondicionados, instalaciones estructurales y otros equipos y la cultura energética.

4.4.1.1. Sistema de iluminación

Acción correctiva 1: Cambio de lámparas fluorescentes por LED.

Nombre:	Cambio de lámparas fluorescentes por LED
Id:	SILU-01-LF
Descripción del problema: En el HNCH se cuenta con 372 lámparas (807 tubos, T8 de 32 W) fluorescentes como parte del sistema de iluminación, este tipo de luminarias es deficiente y ocasiona un consumo extra de energía en comparación con las de tecnología LED. Este tipo de luminarias ocasiona problemas como: baja eficiencia en relación beneficio/costo, bajo índice de factor de potencia por balastos, aumento en el consumo de energía.	
Acción correctiva: La acción correctiva consiste en la sustitución de lámparas fluorescentes actuales por lámparas LED, al realizar este cambio se tendría una disminución en la potencia instalada y por ende una disminución en el consumo de energía eléctrica.	
Materiales necesarios: Tubo LED T8, las especificaciones técnicas son: <ul style="list-style-type: none">• Marca: Sylvania.• Lumens: 1800.• Potencia: 18 watts. Proveedor: Almacenes VIDRI.	Materiales a sustituir: Tubo fluorescente T8, las especificaciones técnicas son: <ul style="list-style-type: none">• Marca: Phillips.• Lumens: 2100.• Potencia: 32 watts. Proveedor: N/A
Procedimiento de implementación de la acción correctiva: El procedimiento para la implementación de la acción correctiva consiste en:	

<ul style="list-style-type: none"> • Desmontar de tubos fluorescentes actuales. • Modificación de circuito interno de la lámpara. • Montaje de tubos LED.
<p>Costo por la implementación de la medida correctiva:</p> <p>Costo unitario del tubo LED\$8.5</p> <p>Costo total.....807 tubos X \$8.5 = \$6,859.50</p>
<p>Beneficios de la medida correctiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución en el consumo de energía eléctrica. • Disminución en el monto de la factura eléctrica.

Tabla 14: Acción correctiva 1 Cambio de lámparas fluorescentes por LED

Fuente: Propia

Acción correctiva 2: Cambio de focos incandescentes y fluorescentes (ahorradores) por LED.

Nombre:	Cambio de focos incandescentes y fluorescentes (ahorradores) por LED	
Id:	SILU-02-FIF	
Descripción del problema:		
<p>En conjunto con las lámparas fluorescentes se tienen focos incandescentes y fluorescentes (93 en total) en el HNCH para satisfacer la necesidad de iluminación artificial; estos consumen una potencia que va desde 25 watts hasta 60 watts lo cual favorece a una alta carga instalada y a un consumo elevado de energía.</p>		
Medida correctiva:		
<p>La acción correctiva consiste en la sustitución de todos los focos incandescentes y fluorescentes que se tienen actualmente en el HNCH por focos LED de 10 watts, con este cambio se obtendrá una disminución en el consumo de energía.</p>		
Materiales necesarios:	Materiales a sustituir:	
<p>Foco LED, las especificaciones técnicas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca: ACE. • Lumens: 800. • Potencia: 10 watts. <p>Proveedor: Almacenes VIDRI.</p>	<p>Foco fluorescente, las especificaciones técnicas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Sylvania • Lumens: 700. • Potencia: 27 watts. <p>Proveedor: N/A</p>	
Procedimiento de implementación de la acción correctiva:		
<p>El procedimiento para la implementación de la acción correctiva consiste en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desmontaje de focos incandescentes y fluorescentes (ahorradores). 		

<ul style="list-style-type: none"> • Montaje de focos LED.
<p>Costo por la implementación de la medida correctiva:</p> <p>Costo unitario del foco LED\$2.95</p> <p>Costo total.....93 focos X \$2.95 = \$274.35</p>
<p>Beneficios de la medida correctiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminución en el consumo de energía eléctrica. • Disminución en el monto de la factura eléctrica.

Tabla 15: Acción correctiva 2 Cambio de focos incandescentes y fluorescentes por LED.

Fuente: Propia

Acción correctiva 3: Cambio de focos de mercurio (iluminación externa) por LED.

Nombre:	Cambio de focos de mercurio (iluminación externa) por LED
Id:	SILU-03-FM
Descripción del problema:	
<p>En cuanto a la iluminación externa en el hospital se tienen actualmente focos de mercurio de 175 watts con fotocelda, los cuales por consumir una alta potencia generan un consumo extra de energía en comparación con la iluminación de tipo LED.</p>	
Medida correctiva:	
<p>La acción correctiva consiste en la sustitución de todos los focos de mercurio que se tienen actualmente en el HNCH por focos LED de 50 watts, con este cambio se obtendrá una disminución en el consumo de energía.</p>	
Materiales necesarios:	Materiales a sustituir:
<p>Foco LED, las especificaciones técnicas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Philips. • Potencia: 50 watts. • Lumens: 4,500-5,000 <p>Proveedor: Almacenes VIDRI.</p>	<p>Foco de mercurio, las especificaciones técnicas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Philips. • Potencia: 175 watts. • Lumens: 7,700 <p>Proveedor: N/A</p>
Procedimiento de implementación de la acción correctiva:	
<p>El procedimiento para la implementación de la acción correctiva consiste en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desmontar los focos de mercurio actuales. • Modificación de circuito fotocelda-transformador. • Montaje de focos LED. 	
Costo por la implementación de la medida correctiva:	
<p>Costo unitario del foco LED \$22.50</p> <p>Costo total, 11 focos X \$22.50 = \$202.50</p>	
Beneficios de la medida correctiva:	
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución en el consumo de energía eléctrica. 	

- Disminución en el monto de la factura eléctrica.
- Mejora en el tránsito vehicular y peatonal nocturno.

Tabla 16: Acción correctiva 3 Cambio de focos de mercurio (iluminación externa) por LED.

Fuente: Propia

Acción correctiva 4: Mantenimiento de luminarias (lámparas, focos).

Nombre:	Mantenimiento de luminarias (lámparas, focos)
Id:	SILU-04-ML
Descripción del problema:	
<p>En el diagnóstico del sistema de iluminación y la cultura energética se determinó que en el HNCH no se cuenta con un plan de mantenimiento de luminarias, lo cual provoca que poco a poco se vayan perdiendo los niveles de iluminación que aporta cada luminaria.</p>	
Medida correctiva:	
<p>La medida correctiva que se propone para contrarrestar este problema es un programa de limpieza periódica a las luminarias, de tal manera que estas estén libres de polvo, desechos de insectos y de cualquier otro agente que pueda afectar los niveles de iluminación. Las luminarias de acuerdo a uso disminuyen su eficiencia, este inconveniente puede ser mínimo si se implementa el plan de mantenimiento de luminarias.</p>	
Beneficios de la medida correctiva:	
<ul style="list-style-type: none"> • No requiere inversión ya que esta medida la puede realizar el personal de mantenimiento del HNCH. • Mejora en los niveles de iluminación. • Mayor durabilidad de luminarias. 	

Tabla 17: Acción correctiva 4: Mantenimiento de luminarias (lámparas, focos).

Fuente: Propia

Acción correctiva 5: Poda de vegetación.

Nombre:	Poda de vegetación
Id:	SILU-05-PV
Descripción del problema: Actualmente se está presentando el problema de falta de poda de vegetación en el área de fisioterapia lo cual ocasiona que el ingreso de iluminación natural se vea obstaculizado y con ello la necesidad de recurrir al uso de iluminación artificial para tener niveles confortables de iluminación.	
Acción correctiva: La acción correctiva propuesta para solucionar esta problemática consiste en podar la vegetación del área de las ventanas en fisioterapia de tal manera que la luz solar pueda ingresar sin ningún problema.	
Beneficios de la medida correctiva: <ul style="list-style-type: none">• No requiere inversión ya que esta medida la puede realizar el personal de mantenimiento del HNCH.• Disminución en el consumo de energía eléctrica.• Uso de fuentes naturales de iluminación.	

Tabla 18: Acción correctiva 5 Poda de vegetación

Fuente: Propia

4.4.1.2. Sistema de ofimática

Acción correctiva 1: Colocación de regletas.

Nombre:	Colocación de regletas
Id:	SIOF-01-CR
Descripción del problema: Una de las situaciones que genera un desperdicio de energía por uso de equipo de ofimática en el hospital es el consumo fantasma, este es generado por los equipos que se encuentran apagados, pero permanecen conectados a la red eléctrica. En el hospital se identificó que se presenta este desperdicio debido a que existen áreas en las cuales no se trabajan las 24 hrs y por tanto, los equipos quedan conectados pero sin contárseles el suministro de energía, lo cual permite que se genere un consumo fantasma; esto representa un total de 43 computadoras y 17 impresoras. El monto por consumo fantasma asciende a un aproximado de 298 kW/h al mes.	
Acción correctiva: La acción correctiva está orientada a la erradicación de todo consumo generado por aparatos que no están en uso y que permanecen conectados a un tomacorriente. Para tales fines se dispone el uso de regletas como medio de conexión entre los dispositivos y el tomacorriente funcionando como un mecanismo de control para	

el paso de corriente. La disposición de las regletas permitirá tener un control de los equipos ya que después de apagar los dispositivos eléctricos se procederá a apagar el interruptor de la regleta.

Materiales necesarios:

Regleta de 6 salidas, las especificaciones técnicas son:

- Capacidad: 1,875 watts.
- Proveedor: Almacenes VIDRI.

Procedimiento de la acción:

Cabe señalar que la colocación de las regletas se realizara en aquellas áreas con equipos de ofimática que laboran en horarios administrativos, es decir, en jornadas de 8 horas. Se deben conectar el monitor, CPU e impresora al UPS, luego este a la regleta y por ultimo conectar esta al tomacorriente; se deberá tomar en consideración la capacidad especificada por el fabricante de la regleta, asegurándose de no sobrepasar ese límite. Los usuarios de los equipos deberán encargarse de apagar el interruptor de la regleta cuando termine su jornada de trabajo.

Costo por implementación de la acción:

13 dúos de regletas x \$7.95 = \$103.35

Beneficios de la acción correctiva:

- Eliminación del consumo fantasma generado por equipo de ofimática.
- Disminución en el monto de la factura eléctrica debido a la eliminación del consumo fantasma.

Tabla 19: Acción correctiva 1 Colocación de regletas.

Fuente: Propia

Acción correctiva 2: Programación de las funciones de ahorro en equipo de ofimática.

Nombre:	Programación de las funciones de ahorro en equipo de ofimática
Id:	SIOF-02-FA
Descripción del problema:	
<p>Se identificó que una parte del personal del hospital no posee el hábito de apagar sus computadoras cuando toman lapsos de descanso prolongados, en actividades diarias como lo son la toma de alimentos, esto provoca que se genere un desperdicio por equipo encendido y sin uso; el total de computadoras a las cuales se pretende aplicar esta medida es de 54 computadoras. Este problema causa que los equipos consuman energía en momentos en los cuales no se requiere su uso. El monto por equipo encendido y sin uso asciende a un total aproximado de 295 kW/h al mes.</p>	
Acción correctiva:	
<p>En respuesta a la problemática en el uso del equipo de ofimática se presenta la acción correctiva que brinda la solución a éste, dicha acción radica en la activación de las herramientas de ahorro de energía que poseen estos equipos a través de la configuración en su sistema operativo. Esta acción permitirá disminuir el</p>	

consumo eléctrico para que cuando después de cierto tiempo el equipo no se esté usando, este se coloque automáticamente en modo de ahorro de energía.

Procedimiento de la acción:

El procedimiento para configurar el modo de ahorro en una computadora con sistema operativo Windows 7 es el siguiente:

- 1- Dirigirse al panel de control a través del menú de inicio
- 2- Seleccionarla opción “Sistema y seguridad”
- 3- Seleccionar las “Opciones de energía”
- 4- Si aparece la opción de “Cambiar la configuración actualmente no disponible”, seleccionarla
- 5- Elegir el “Plan de Ahorro de Energía” y personalizar la configuración seleccionando “Cambiar la configuración del plan”
- 6- Aquí se configurará el tiempo tras el cual el equipo, cuando no esté activo, apaga el monitor y se suspende (es posible que haya que pulsar de nuevo “Cambiar la configuración actualmente no disponible”
- 7- En Windows 7, dentro de “Cambiar la configuración Avanzada de Energía”, en el apartado “Suspende” se puede activar también el tiempo tras el cual se quiere que el sistema pase a Hibernación:
- 8- Hacer click en el botón “Aceptar” y ya se tiene configurado.

Beneficios de la acción correctiva:

- Eliminación del consumo por equipo encendido y sin uso
- Reducción en el monto de la factura eléctrica por eliminación de consumo de equipo encendido y sin uso.

Tabla 20: Acción correctiva 2 Programación de las funciones de ahorro en equipo de ofimática.

Fuente: Propia

4.4.1.3. Sistema de aire acondicionado

Acción Correctiva 1: Realización del mantenimiento de aires acondicionados

Nombre:	Realización del mantenimiento de aires acondicionados															
Id:	SIAA--01-MA															
Descripción del problema: <p>La falta de mantenimiento de los sistemas de aires acondicionados provoca que los equipos no funcionen a su mejor capacidad. Un correcto mantenimiento, para equipos de aire acondicionado debe de realizarse cada dos años, y otro tipo de acciones como la limpieza de filtros mejorará el rendimiento del equipo de estos. Seguir estas pautas alargará la vida de cualquier equipo de aire acondicionado, se debe tener a consideración las siguientes revisiones</p>																
Acción correctiva <p>Seguir estas pautas alargará la vida de cualquier equipo de aire acondicionado, se debe tener a consideración las siguientes revisiones</p>																
<table border="1"><thead><tr><th>Acción</th><th>Frecuencia</th><th>Aplica</th></tr></thead><tbody><tr><td>Limpieza de filtro</td><td>Cada mes</td><td>Central, Mini Split</td></tr><tr><td>Limpieza de condensadores</td><td>Cada mes</td><td>Central, Mini Split</td></tr><tr><td>Limpieza de Evaporadores</td><td>Cada tres meses</td><td>Central, Mini Split</td></tr><tr><td>Revisar/Ajustar fajas de poleas</td><td>Cada seis meses</td><td>Central</td></tr></tbody></table>		Acción	Frecuencia	Aplica	Limpieza de filtro	Cada mes	Central, Mini Split	Limpieza de condensadores	Cada mes	Central, Mini Split	Limpieza de Evaporadores	Cada tres meses	Central, Mini Split	Revisar/Ajustar fajas de poleas	Cada seis meses	Central
Acción	Frecuencia	Aplica														
Limpieza de filtro	Cada mes	Central, Mini Split														
Limpieza de condensadores	Cada mes	Central, Mini Split														
Limpieza de Evaporadores	Cada tres meses	Central, Mini Split														
Revisar/Ajustar fajas de poleas	Cada seis meses	Central														
Especificaciones de la acción: Procedimiento de la acción																
1. Desarrollar una propuesta de mantenimiento interno <p>Esta parte se refiere a gestionar los recursos técnicos y tecnológicos para poder ejecutar internamente todas las intervenciones de mantenimiento al sistema de climatización del hospital. Ya se cuenta con el recurso técnico, pues existe un técnico en mantenimiento quien está capacitado para brindar intervenciones de rutina y limpieza. El técnico representa un recurso subutilizado, porque se dedica a otras tareas de construcción y ornato, pero si contara con los equipos tecnológicos este puede desarrollar el mantenimiento del sistema de climatización. La otra parte de la propuesta es gestionar los recursos tecnológicos, se investigó con el técnico los equipos y materiales necesarios para brindar el mantenimiento, se buscaron proveedores y se cotizaron precios de los equipos y materiales, estos se describen en la siguiente parte “Materiales para la acción correctiva”.</p>																
2. Presentar propuesta ante Dirección y buscar autorización <p>La propuesta consiste en la gestión de los recursos técnicos y tecnológicos. La propuesta se presenta ante el director del hospital para que la autorice si le parece correcta.</p>																
3. Ejecución del mantenimiento interno <p>La ejecución interna del mantenimiento interno, consiste en que el técnico del hospital ya con todo el equipo y los recursos realice tanto las intervenciones correctivas como preventivas del sistema de climatización, sin que exista la necesidad de que se contrate una empresa externa.</p>																

4. Control del mantenimiento interno

La etapa de control consiste verificar el funcionamiento del sistema de climatización en el tiempo con la variable de realizarlo internamente, verificando si tiene un funcionamiento menor, igual o mayor, también verificando si el sistema presenta averías menos frecuentes o más frecuentes. Esto se realiza en función de indicadores de consumo de energía, frecuencia de fallo u otros.

Materiales para la acción correctiva:

- Bomba de vacío.
- Equipo de Soldadura
- Jabón líquido
- Ácido muriático
- Refrigerante

Costos unitarios de implementación

Los costos de implementación de la acción es la suma de los equipos y materiales cotizados. El costo será mayor el primer año por qué se necesita comprar equipo tecnológico (bomba de vacío, equipo de soldadura autógena, manómetros, amperímetro), en el segundo año será mucho menor. Se presentan los costos para el primer año y los siguientes años.

1 bomba de vacío.....	\$ 159.38
1 juego de manómetros.....	\$ 47.38
1 galón de jabón líquido coilux.....	\$ 10.90
1 galón de ácido muriático.....	\$ 10.00
30 lb de refrigerante R410A.....	\$ 72.50

Costo para el primer año: El costo para el primer año es la suma de todos equipos y materiales anteriores.

Costo de implementación/año 1\$ 300.16

Costos del segundo y demás años: El costo será la suma de los materiales anteriores menos los costos de equipos puesto que la vida útil de estos es de 20 años.

Costo de implementación/segundo y demás años.....\$ 140.78

Beneficios de la acción

Ante la realización de esta acción correctiva de presentan los beneficios que puede ser percibidos ante la implementación:

- Mejoramiento en el mantenimiento del sistema de climatización y con buenas practicas.
- Disminución de los costos de mantenimiento del Sistema de Climatización
- Disminución de costo de mantenimiento como efecto de realizarlo internamente.
- Menor consumo de electricidad al mantener en estado de buen funcionamiento las unidades climatizadoras.
- Disminución del costo de la factura por climatización

Tabla 21: Acción correctiva 1 realización del mantenimiento de aires acondicionados.

Fuente: Propia

Acción Correctiva 2: Sustitución de sistema de aires acondicionados

Nombre:	Sustitución de sistema de aires acondicionados
Id:	SIAA-02-SA
Descripción del problema: <p>El sistema de climatización del hospital consta de demasiadas unidades de aire acondicionado con baja capacidad de refrigeración con eficiencias energéticas por debajo de 6. Esto causa el inconveniente que deban emplazarse muchas unidades para satisfacer la demanda térmica de un edificio</p> <p>Además, aumentan los costos de mantenimiento, ya que se interviene correctiva y preventivamente a las 5 unidades realizando sustitución de piezas y partes, como: condensadores, compresores, también recargar el fluido refrigerante, revisar sistema eléctrico, entre otras intervenciones a varias de las unidades al mismo tiempo; en cambio si se tiene una sola unidad exterior de aire acondicionado, el mantenimiento preventivo y correctivo será exclusivo para ésta ahorrando incluso recurso humano.</p> <p>El tener una sola unidad exterior no quiere decir que, si se encuentra en funcionamiento, todos los recintos estarán climatizados, aunque estén vacíos, ya que este tipo de aires acondicionados de gran capacidad, permiten instalar varias unidades interiores que se controlan de forma individual, permitiendo tener áreas con el aire acondicionado apagado, o incluso oficinas a diferentes temperaturas.</p> <p>Los equipos propuestos para la sustitución tienen un coeficiente de Eficiencia Energética para Refrigeración EER ≥ 10, sustituyendo los aires acondicionado antiguos con un EER ≤ 8, Además, los aires acondicionados propuestos se ajustan a la demanda de refrigeración del edificio variando la frecuencia eléctrica, contrario a los aires antiguos que tienen la frecuencia fija y consumen la misma potencia eléctrica sin importar si la demanda térmica es mayor o menor.</p> <p>Los inconvenientes que causa tener muchas unidades instaladas y que pueden solucionarse al instalar una sola unidad que brinde la misma prestación de refrigeración son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Mayor esfuerzo en gestión del mantenimiento del sistema de climatización (unidades exteriores).• Aumento en los costos de mantenimiento por demasiadas unidades de aires acondicionado.• Mayor consumo de electricidad por las unidades climatizadoras individuales.• Aumento en el costo de la factura eléctrica por los efectos anteriores.	
Acción correctiva: <p>Consiste en sustituir los aires acondicionados de baja capacidad de refrigeración instalados en los edificios, por una unidad climatizadora individual que cubra la misma demanda térmica que los equipos sustituidos. La acción está pensada primeramente para disminuir el consumo de electricidad que provoca el tener demasiadas unidades de aire acondicionado instaladas; la nueva unidad climatizadora, además de proporcionar la misma capacidad de refrigeración tiene un consumo eléctrico menor, como consecuencia principal de que solo se tendrá un compresor, Además, se mejorará la gestión del mantenimiento de este sistema</p>	
Especificaciones de la acción:	

Para la elección e instalación las unidades de aire acondicionado que sustituirá el sistema antiguo se recomienda discutir y analizar los siguientes puntos:

1. Realizar evaluación de la demanda térmica del edificio
2. Evaluar qué tipo de sistema de climatización es el más adecuado
3. Instalar el sistema de climatización elegido
3. Control de la implementación del sistema de climatización

1. Realizar evaluación de la demanda térmica del edificio

Las condiciones son cambiantes y es por esta razón debe recalcularse la demanda térmica de los edificios a climatizar.

2. Evaluar qué tipo de sistema de climatización es el más adecuado

Existen diversos tipos de sistemas climatizadores, como lo son de ventana mini Split o centrales cuya evaluación no debe omitirse. También los aires acondicionados han innovado tecnológicamente para aumentar su rendimiento, la evaluación que presenta este trabajo va por la línea de sustituir los muchos aires acondicionados instalados de baja capacidad refrigeradora, por unidades de mayor capacidad y mayor eficiencia. Los sistemas propuestos se describen en la siguiente parte “Costo por instalación unitaria”.

3. Instalar el sistema de climatización elegido

La sustitución de aires acondicionados es un proyecto propuesto para el largo plazo y sobre el cual debe realizarse un estudio de factibilidad completo, pero por motivos de costearlo se ha evaluado y calculado la demanda térmica para cada recinto climatizado, y así proponer que tipo de equipo climatizador instalar. La tabla siguiente muestra que equipo instalar en cada área del hospital.

4. Control de la implementación del sistema de climatización

Referido a la verificación y control de funcionamiento de la instalación del sistema de climatización, verificando que las unidades de aire acondicionado instaladas funcionen según las especificaciones del fabricante, también si se están obteniendo los rendimientos sobre la inversión planificada.

Materiales de la acción

UNIDADES RECOMENDADAS

	ATRIBUTO	DETALLE
	Marca	Classic
	Tipo	Mini-Split
	Precio	\$720.00
	Voltaje	208-230 voltios ~ 60hz
	Capacidad	18000 btu
	Consumo	1920 watts
	Amperaje	8.7 amperios
	Eficiencia de ahorro	15
	Humedad removida	1.8 litros por hora

	Líneas de tubería: lado líquido; lado gas	1/4; 1/2 pulgadas
	Largo máximo de líneas de tubería	25 metros
	Diferencia máxima de elevación de tuberías	10 METROS
	Refrigerante	R410A
<p>El proveedor de los equipos descritos para El Salvador es EuroAire S. A. de C. V. y Almacenes Vidri</p> <p>Costo total:.....\$3600.00</p>		
<p>Beneficios de la acción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor esfuerzo en la gestión del mantenimiento del sistema de aire acondicionado. • Disminución de los costos de mantenimiento por tener un sistema de aires acondicionados centralizado. • Menor consumo de energía eléctrica. • Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores. 		

Tabla 22: Acción correctiva 2 Sustitución de sistema de aires acondicionados.

Fuente: Propia

4.4.1.4. Instalaciones estructurales y otros equipos

Acción Correctiva 1: Sectorización de áreas designadas para preparación y toma de alimentos

Nombre:	Sectorización de áreas designadas para preparación y toma de alimentos
Id:	SIEO-01-SA
Descripción del problema:	
<p>Se concluyó en el diagnóstico de otros equipos que muchos trabajadores del hospital tienen el hábito de no apagar los equipos cuando dejan de utilizarlos, se identificó muchos microondas, cocinas eléctricas, ventiladores, entre otros encendidos cuando nadie está haciendo uso de ellos.</p>	
Acción correctiva:	
<p>La acción correctiva que se propone para solucionar la problemática descrita es sectorizar las áreas destinadas a la preparación y toma de alimentos, de tal manera que se puedan efectuar inspecciones periódicas diarias para verificar que el equipo no sea utilizado inadecuadamente. Para solucionar el problema planteado se estima suficiente designar tres espacios en todo el hospital los cuales quedarían distribuidos de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área para para preparación y toma de alimentos 1: La ubicación que se propone para esta es el módulo 1 y sería utilizada por el personal que trabaja en el módulo 1 y el módulo 2. 	

- **Área para para preparación y toma de alimentos 2:** La ubicación que se propone para esta es el módulo 4 y sería utilizada por el personal que trabaja en el módulo 4 y el módulo 3.
- **Área para para preparación y toma de alimentos 3:** La ubicación que se propone para esta es el módulo 6 y sería utilizada por el personal que trabaja en el módulo 5, módulo 6 y módulo 7.

Materiales e insumos necesarios:

Área 1:

5 Tomacorrientes polarizados
 5 Cajas rectangulares
 4 metros de cable THHN #12 Y 5 Metros de poliducto $\frac{3}{4}$
 1 Toma corriente de 220V para cocina
 1 Dado térmico doble de 30 amperios
 1 Dado sencillo de 20 amperios
 4 metros de Cable TSJ #10 3 hilos
 4 metros de Tecno ducto de $\frac{3}{4}$

Área 2:

3 Tomacorrientes polarizados
 3 Cajas rectangulares
 4 metros de cable THHN #12
 5 Metros de poliducto $\frac{3}{4}$
 1 Toma corriente de 220V para cocina
 1 Dado térmico doble de 30 amperios
 1 Dado sencillo de 20 amperios
 4 metros de Cable TSJ #10 3 hilos
 4 metros de Tecno ducto de $\frac{3}{4}$

Área 3:

6 Tomacorrientes polarizados
 6 Cajas rectangulares
 4 metros de cable THHN #12
 8 Metros de poliducto $\frac{3}{4}$
 3 Toma corriente de 220V para cocina
 3 Dado térmico doble de 30 amperios
 8 metros de Cable TSJ #10 3 hilos
 8 metros de Tecno ducto de $\frac{3}{4}$

Procedimiento de implementación de la acción correctiva:

El procedimiento para la implementación de la acción correctiva consiste en:

- Designar el área específica en los módulos propuestos de acuerdo a la necesidad y disponibilidad de espacio.
- Realizar las conexiones eléctricas necesarias.
- Ubicar los equipos que permanecerán en dicha área.

Costo por la implementación de la medida correctiva:

Material	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Tomacorriente polarizado	14u	\$2.40	\$33.60
Caja rectangular	14u	\$0.55	\$7.70
Cable THHN #12	25m	\$0.45	\$11.25
Poliducto ¾	30m	\$0.20	\$6.00
Tomacorriente de 220V	5 u	\$3.70	\$18.50
Dado térmico doble de 30A	5u	\$5.50	\$17.50
Dado sencillo de 20A	2u	\$2.90	\$4.80
Cable TSJ #10 3 hilos	28m	\$2.85	\$79.80
Tecno ducto de ¾	28m	\$1.60	\$44.80

Costo total:.....\$223.95

Beneficios de la medida correctiva:

- Disminución en el consumo de energía eléctrica.
- Disminución en el monto de la factura eléctrica.
- Mejora en el control de equipos en desuso que generan consumo

Tabla 23: Acción correctiva I Sectorización de áreas designadas para preparación y toma de alimentos.

Fuente: Propia

4.4.1.5. Cultura energética

Acción correctiva 1: propuesta de una Cultura Energética institucional

Nombre:	Instalación de una Cultura Energética institucional
Id:	CENE-01-CE
Descripción del problema:	
<p>Se pueden plantear acciones de eficiencia energética bien estructuradas en innovación tecnológica (equipo electrónico de menor consumo), entre muchas otras que pretendan disminuir el consumo de energía sin tomar en cuenta las prácticas humanas; y, aun así, tener desperdicio de electricidad debido a las actividades de los seres humanos que favorecen el uso ineficiente de la energía. El problema, es que la comunidad hospitalaria</p>	

ejecuta prácticas y tiene hábitos en el uso de equipo eléctrico-electrónico que incurren en desperdicio de energía, se citan unos ejemplos:

No apagar iluminación en áreas vacías y pasillos

Ajustar aires acondicionados con temperaturas diferentes de la temperatura de confort.

- Comprar equipos electrónicos de alto consumo eléctrico.
- Uso de equipos electrónicos y eléctricos sin cuidado oportuno
- Equipos encendidos y sin uso.
- Pintar ventanas y colocar cortinas que obstaculizan la luz natural y obligan a utilizar luz artificial.

En algunas prácticas es conocido por la mayoría que son causantes de desperdicio energético como: luminarias encendidas y sin uso en consultorios u otras áreas del hospital en las cuales no se encuentran personas; y en otras prácticas no es conocido por las personas del hospital que causan desperdicio de energía, como: comprar equipo electrónico de alto consumo de electricidad

Profundizando en el problema se entiende, que, si bien el desperdicio se materializa en los hábitos y prácticas que tiene el personal del hospital, esto tiene un origen de fondo en conocimiento y comportamiento de los mismos. Por una parte, se tienen prácticas que ocasionan desperdicio y la comunidad está consciente de ello, y por otra parte se tienen prácticas de desperdicio donde la comunidad no tiene conciencia de que está desperdiciando energía. Como se puede esperar los resultados del estudio de la cultura energética del HNCH demostraron que donde hay conciencia que se está desperdiciando energía la práctica es menos habitual.

En el “Diagnóstico de la Cultura Energética” puede saberse con detalle cómo se encuentra el hospital de Chalchuapa en cuanto a éste problema, en esta parte se concluyó que se encuentra en calidad desfavorable, donde se tiene poca conciencia sobre los beneficios que se obtienen ahorrando energía eléctrica. Las causas de lo desfavorable de la Cultura Energética son diversas, pero se hace énfasis a dos: la primera es falta de interés por ahorrar energía en la comunidad del hospital, ya sean intereses económicos o medio-ambientales y la segunda es la falta de conocimiento de las prácticas de ahorro o de los beneficios económicos y medio-ambientales que se obtienen.

Se describen en seguida los efectos negativos del problema:

- Cultura Energética desfavorable.
- Deterioro del medio-ambiente.
- Mayor consumo de electricidad por la forma de uso en equipo eléctrico-electrónico.
- Aumento en el costo de la factura eléctrica por los efectos anteriores.

Acción correctiva:

La implementación de Cultura Energética en el HNCH tiene el objetivo de cambiar la forma de actividad humana que favorece el desperdicio de electricidad, por otro tipo de actividad que utilice la electricidad de manera eficiente. Entonces se pretende un cambio en la cultura organizacional, algo que requiere el apoyo de toda la comunidad. La acción correctiva se enfoca a un cambio de hábitos, practicas, costumbres, información, conocimiento y mucho más que favorece el desperdicio de energía, y una de las formas de lograr el cambio es generando conciencia en función de costos-beneficios obtenidos. Utilizando el sentido estricto de la palabra “CONCIENCIA” es lo que se hace, a través de la ciencia (investigación científica) se demuestra que los costos, que en su mayoría no son económicos, sino costos de voluntad humana; son mucho menores que los beneficios

o, dicho de otra forma, el ahorro de energía trae beneficios de magnitud exponencial que no son solo beneficios económicos sino medio-ambientales.

Especificaciones de la acción:

La acción se pretende implementar:

1. *Planificación para la instalación de una Cultura Energética en el HNCH*
2. *Organización para la instalación de una Cultura Energética en el HNCH*
3. *Instalación de una Cultura Energética*
4. *Evaluación y control de la Cultura Energética*

Se describe en seguida el desarrollo de cada paso del proceso de redistribución de aires acondicionados:

1. Planificación para la instalación de una Cultura Energética

La planificación requiere de un estudio completo de la situación que va desde el problema de desperdicio de energía por falta Cultura Energética, pasando por el diagnóstico del problema, generación de propuestas de acción hasta llegar a los beneficios que se obtienen con la materialización. Luego debe planificarse la implementación en un tiempo de ejecución que debe ser mayor que el corto plazo, porque se pretende un cambio estructural (Cultura) lo cual no se logra concebir en seis meses, paralelamente a ello debe planificarse la organización de los recursos y el control de resultados de la campaña, algo que escapa de los alcances de este estudio.

2. Organización para la instalación de una Cultura Energética

Luego de planificada la campaña, deben organizarse los recursos para que la ejecución tenga los impactos esperados. Lo esencial de organizar es el recurso económico y en especial el recurso humano, pues el financiamiento disminuirá si existe colaboración por parte de los miembros del hospital.

Lo importante es saber que el propósito (Ahorrar energía y dinero) y el fin (Cuidar el medioambiente) que se persigue involucra a todos, en tanto, el propósito y el fin no se puede alcanzar con esfuerzos individuales y separados. Por último, se recalca que la organización del recurso humano debe comenzar por iniciativa de las direcciones del hospital, luego seguir a nivel de empleados de todas las áreas

3. Instalación de una Cultura Energética

La ejecución es hacer lo que se planificó u organizó, esto escapa del alcance del estudio. No obstante, en la ejecución deben considerarse acciones de este que sirven de insumos para el ahorro de energía, como: Normas de uso de equipo eléctrico-electrónico, capacitaciones sobre uso eficiente del Sistema de Iluminación, capacitaciones sobre uso de equipo de oficina, abordaje del deterioro del medio ambiente y cambio climático debido a desperdicios de energía, beneficios económicos y medioambientales obtenidos.

El ahorro de energía por Cultura Energética requiere un cambio estructural, en consecuencia, es una tarea difícil de emprender y requiere también constancia en el tiempo; por tanto, los resultados serán posibles solo si se involucran a todos los sectores, y se planifican sobre la investigación holística del problema.

Hay una parte de la ejecución que es de gran importancia “La transmisión de la información o publicidad de proyecto”, y es que el desperdicio de energía es un problema que afecta a todas las áreas del hospital, por tanto, la solución que se comunicará debe llegar a todos e incluirse a todos.

4. Evaluación y control de la Cultura Energética

Evaluación y control de impactos del cambio de cultura comprende estudiar si se están alcanzando los resultados planificados, como el manejo eficiente de la electricidad debido a prácticas y hábitos que mejoren la Cultura Energética. El control y evaluación debe realizarse con técnicas de investigación como entrevistas, encuestas, observación directa; y también con instrumentos técnicos para verificar el consumo de energía eléctrica. El objetivo es verificar si existe ahorro de electricidad debido a la forma de utilización de la energía.

El estudio de la cultura energética puede formar parte de un estudio más general, y no se limita de ninguna forma el abordaje del problema y administración de la solución.

Materiales para la acción correctiva

Material	Stokes de apagado de luces		Material	Hojas volantes	
	Especificaciones			Especificaciones	
	Medida	279 x 432 mm		Medida	216 x 279 mm
	Precio Unitario	\$0.50		Precio Unitario	\$0.25
	Proveedor	No especificado		Proveedor	No especificado
Material	Refrigerio		Material	Revista de ahorro energético	
	Especificaciones			Especificaciones	
	Medida	No especificado		Medida	216 x 279 mm
	Precio Unitario	\$2.00		Precio Unitario	\$0.50
	Proveedor	No especificado		Proveedor	No especificado

Costos unitarios de implementación

Se propone un monto total de \$ 1617.50 para la administración de todo el proyecto. Dentro del costo de implementación de esta acción se toma en cuenta el costo de implementación de las normas de uso.

Beneficios de la acción

- Cultura Energética favorable.
- Cuido del medioambiente.
- Menor consumo de electricidad por uso correcto en equipo eléctrico-electrónico.
- Disminución en el costo de la factura eléctrica por los efectos anteriores.

Tabla 24: Acción correctiva 1 Instalación de una Cultura Energética institucional.

Fuente: Propia

Acción correctiva 2: Implementación de normas sobre ahorro de energía

Nombre:	Implementación de normas sobre ahorro de energía
Id:	CENE-02-NA
Descripción del problema: <p>Se incurre en consumo extra de electricidad aun cuando todos los equipos electrónicos instalados como computadoras, lámparas, focos, aires acondicionados estén funcionando correctamente. Esto es consecuencia directa de hábitos y prácticas de uso incorrectos que tienen las personas que laboran en el hospital, entre esta práctica citaremos algunos ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none">• No apagar la iluminación artificial cuando no se utiliza en las diferentes áreas de trabajo.• Dejar computadoras encendidas en intervalos de descanso como horas de almuerzo.• Mantener puertas y ventanas abiertas donde existe aire acondicionado instalado.• Uso desmedido de otros equipos como ventiladores cafeteras y microondas. <p>Hay muchos hábitos y prácticas más en el comportamiento actual de los miembros del hospital que contribuyen a desperdiciar electricidad, que con generación de conciencia y accionamiento de la voluntad pueden cambiarse y orientarse a generación de cultura energética (Uso eficiente de la energía y conservación del medio ambiente). Los efectos de estos hábitos y prácticas son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">• Deterioro de la Cultura Energética.• Mayor consumo de electricidad por el equipo electrónico en funcionamiento y sin uso.• Aumento en el costo de la factura eléctrica por los efectos anteriores. Acción correctiva: <p>Esta acción consiste en la formulación y adopción de un conjunto de lineamientos para los miembros de la institución, orientados al uso eficiente del equipo electrónico instalado y portátil. El propósito es cambiar las prácticas y hábitos actuales que estos miembros tienen y que generan desperdicio de energía eléctrica, por otros hábitos y prácticas de ahorro energético.</p> <p>Las normas están estructuradas en cuatro áreas de equipo instalado: equipo ofimático, equipo de iluminación, equipo de climatización y otros equipos eléctricos. Dichas normas deberán contar con el apoyo de las autoridades del hospital, para dar material al cumplimiento de éstas.</p> Especificaciones de la acción: <p>Las normas que se proponen son producto de la investigación, diagnóstico y propuestas de solución recomendadas en el presente estudio. El proceso de implementación es el siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none">1. <i>Evaluación del uso actual del equipo electrónico instalado y portátil.</i>2. <i>Portafolio de normas de uso del equipo electrónico.</i>3. <i>Carácter formal de implantación de normas.</i>4. <i>Divulgación a la comunidad hospitalaria</i> <ol style="list-style-type: none">1. Evaluación del uso actual del equipo electrónico instalado	

Esta parte ya está desarrollada y es uno de los principales aportes de este trabajo. El trabajo cuenta con un diagnóstico de los problemas actuales en equipo de oficina, iluminación y climatización; los cuales se combinan con el diagnóstico de la Cultura Energética

2. Portafolio de normas de uso del equipo electrónico

El portafolio de normas es uno de los productos de la investigación de este trabajo y que puede encontrarse en el Anexo 6, dicho portafolio cuenta con medidas de uso en el equipo de oficina, de iluminación, de climatización y otros equipos eléctricos-electrónicos. Estas medidas deben de ser estudiadas por las autoridades del hospital para verificar la factibilidad de implementación y divulgación.

3. Carácter formal de la implementación de normas.

Para que el portafolio de normas tenga un carácter formal que le dé peso para el cumplimiento, debe estar legalmente establecido por las autoridades del hospital, sea el director del área administrativa o autoridades superiores. Estas normas deben formar parte de una política de eficiencia energética que tenga impactos significativos en la cultura organizacional.

Cuando se discutan las normas por parte de las autoridades debe hacerse diferencia entre empleado y paciente del hospital, ya que, puede haber lineamientos que para los pacientes sean normas, pero para los trabajadores se convierte en una de sus responsabilidades que debe incluirse en su manual de puestos, como ejemplo: “Apagar la iluminación de lámparas al terminar su turno de trabajo”, esta debe ser una norma que debe ejecutarse

4. Divulgación de normas a la comunidad universitaria

La divulgación debe hacerse por escalas entre los trabajadores y los pacientes. Primero con capacitaciones a los trabajadores sobre las políticas de eficiencia energética y cuidado al medio ambiente, forma correcta de utilizar los aparatos electrónicos, las normas de la presente acción que se describen en el Anexo 6. La transmisión de la información a los pacientes es la segunda escala de la divulgación, para transmitir información se utiliza el canal trabajador-paciente/visitante.

Es importante mencionar que las normas tienen el propósito de ahorrar electricidad, pero el uso eficiente de la energía persigue otro fin “El cuidado al medio ambiente”, en consecuencia, la transmisión de las normas es solo una parte de la divulgación de la información, esta debe ir acompañada de la generación de conciencia de respeto y cuidado al medio-ambiente. Para nadie es un secreto que el cambio climático está golpeando a los sectores más vulnerables

Materiales para la acción correctiva:

Material	Stokes de apagado de luces		Material	Hojas volantes	
	Especificaciones			Especificaciones	
	Medida	279 x 432 mm		Medida	216 x 279 mm
	Precio Unitario	\$0.50		Precio Unitario	\$0.25
	Proveedor	No especificado		Proveedor	No especificado
Material	Refrigerio		Material	Revista de ahorro energético	

	Especificaciones			Especificaciones	
	Medida	No especificado		Medida	216 x 279 mm
	Precio Unitario	\$2.00		Precio Unitario	\$0.50
	Proveedor	No especificado		Proveedor	No especificado

Costos unitarios de implementación:

En cuanto a los costos económicos de implementación, se consideran únicamente en la etapa de divulgación a los trabajadores como producto de afiches y refrigerio en una capacitación, ya que los primeros dos numerales de la acción evaluación de uso de equipo y portafolio de medidas ya están desarrollados, y el estudio formal es responsabilidad de las autoridades dentro de sus funciones. Así que solo se pondrá una estimación de \$3x por trabajador en la capacitación de divulgación, producto del refrigerio y la revista de eficiencia energética. Y de \$0.50 por paciente para la entrega de la revista a cada uno.

Costo unitario de implementación.....\$ 3/trabajador + \$ 0.50 /paciente

Beneficios de la acción:

- Fortalecimiento de la cultura energética.
- Menor consumo de electricidad por uso correcto de equipo electrónico.
- Disminución del costo de la factura eléctrica debido a los beneficios anteriores

Tabla 25: Acción correctiva 2 Implementación de normas sobre ahorro de energía.

Fuente: Propia

Acción correctiva 3: Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Iluminación, equipo de ofimática, aires acondicionados y otros equipos

Nombre:	Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Iluminación, equipo de ofimática, aires acondicionados y otros equipos
Id:	CENE-03-CC
<p>Descripción del problema:</p> <p>Uno de los problemas detectados en el hospital y que es fuente de desperdicio de energía eléctrica, es la forma ineficiente en que se utiliza el sistema de Iluminación, equipo de ofimática, aires acondicionados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipos encendidos y sin uso. • Obstaculización de iluminación natural en los espacios por cortinas, muebles y otros. • Incorrecta distribución de luminarias en los espacios. • Hábitos incorrectos en la comunidad hospitalaria en el uso los equipos eléctricos-electrónicos <p>Acción correctiva:</p> <p>La acción correctiva consiste en generar conocimiento y conciencia a los miembros del HNCH sobre la importancia que tiene ahorrar energía eléctrica en el sistema de iluminación, equipo de ofimática, aires acondicionados y otros equipos, además de comunicarles todos los beneficios que se obtienen. La capacitación se da primero a trabajadores del HNCH, brindando un diagnóstico completo de la forma en que se utiliza y funciona el sistema de iluminación en la institución, y cómo esta forma contribuye al desperdicio; la capacitación consiste en informar la nueva forma de utilización y funcionamiento de los sistemas que permiten ahorrar energía. Luego se traslada la información a los pacientes.</p> <p>Especificaciones de la acción:</p> <p>Se presenta el procedimiento para el desarrollo de la capacitación sobre el uso eficiente del recurso energético. Es importante mencionar que la capacitación debe ser integrada al proyecto de la cultura energética.</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Evaluación y elección de temas</i> <i>2. Elección del equipo capacitador</i> <i>3. Desarrollo de temas y gestión de capacitación</i> <i>4. Ejecución de capacitación</i> <i>5. Control del impacto de capacitación</i> <p>Se describe en seguida el desarrollo de cada paso del proceso de capacitación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación y elección de temas <p>En la evaluación y elección de temas se incluirán los problemas diagnosticados, las soluciones propuestas, y beneficios económicos y medio-ambientales presentados en este estudio; también deben incluirse los temas, puntos de vista, conocimiento y experiencia del equipo capacitador para dar profundidad en el desarrollo, además de dar un carácter técnico a la capacitación. Los aportes de este trabajo de grado para desarrollarla, se incluyen en la siguiente guía de temas.</p> <p>Introducción sobre funcionamiento correcto del Sistema de Iluminación, equipo de ofimática, aires acondicionados y otros equipos</p>	

- La persona encargada de brindar la capacitación explicará cual es el funcionamiento correcto no solo de la iluminación artificial instalada, sino, también de las condiciones que debe tener el área de trabajo y el entorno de la instalación; para que el sistema de iluminación natural y artificial sea energéticamente eficiente, de manera breve porque no es el objetivo principal.
- Luego debe comparar el funcionamiento correcto del Sistema de Iluminación, equipo de ofimática, aires acondicionados y otros equipos con el funcionamiento actual en el hospital, describiendo los problemas del siguiente punto.

Problemas diagnosticados y que elevan el consumo de energía eléctrica (Oportunidades de mejora).

- Equipos encendidos y sin uso.
- Obstaculización de iluminación natural en los espacios por cortinas, muebles y otros.
- Incorrecta distribución de luminarias en los espacios
- Hábitos incorrectos en el uso de los equipos eléctricos-electrónicos.

Soluciones propuestas a los problemas diagnosticados (acciones correctivas)

- Políticas y normas de uso de los equipos eléctricos-electrónicos.
- Capacitación sobre funcionamiento y uso del sistema de iluminación, equipo de ofimática, aires acondicionados y otros equipos
- Distribución correcta de luminarias en los espacios y Mejoramiento en las condiciones de iluminación natural

Beneficios económicos y medio-ambientales

- Ahorro del consumo de electricidad
- Ahorro en la factura eléctrica
- Orientación para una Cultura Energética favorable.
- Disminución de los impactos medio-ambientales por generación de electricidad.

2. Elección del equipo capacitador

En el paso dos con los temas ya evaluados y elegidos se buscarán una o varias personas que estén a cargo de brindar la capacitación, primero se buscará este equipo dentro del hospital encontrando personas que tengan responsabilidades e intereses con el cuidado al medioambiente, el ahorro de energía. Entre las unidades donde se puede buscar personas con este perfil están: la unidad de mantenimiento de la institución, administración y dirección, entre otras. Si el perfil buscado no se encuentra en el hospital se deberá contratar un equipo capacitador externo.

3. Desarrollo de temas y gestión de capacitación

Con los miembros del equipo capacitador elegidos o contratados el siguiente paso es preparar la capacitación, estudiando los temas por parte del equipo y gestionando el material didáctico como afiches, computadora, cañón, presentación en power point, gestionando también el local, refrigerio, invitando a los usuarios, y lo demás que debe administrarse para ejecutar la capacitación.

4. Ejecución de capacitación

Ya con la capacitación planificada desde la elección de los temas hasta los mecanismos para medir el impacto en el nivel de conciencia sobre el ahorro energético y cuidado medio-ambiental, bien organizada con los recursos didácticos, humanos (equipo capacitador y usuarios del sistema de aire acondicionado), físicos como

el local (sala de capacitación), entre otros: se brinda la capacitación en la fecha y hora convenidas. La capacitación puede concebirse para ejecutarse en varias sesiones.

5. Control del impacto de capacitación

Esta parte se mide el impacto de la capacitación y controla si se logró moldear el comportamiento de los usuarios en función de buenas prácticas y hábitos energéticos. Se plantean medidas de control en la acción “Control de consumo eléctrico”, midiendo el patrón del consumo en equipos y sistemas eléctricos y comparándolo con proyecciones; pero deberán desarrollarse también medidas de control y verificación para comprobar si la disminución del consumo es en parte por el uso correcto de los equipos y sistemas por los usuarios como producto de las capacitaciones, ya que el ahorro podría ser únicamente por cambios tecnológicos, para esto se mide el cambio del comportamiento y el nivel de conciencia para ahorrar energía eléctrica y cuidar el medio-ambiente por medio de investigación cualitativa.

Materiales para la acción correctiva:

Material	Refrigerio	
	Especificaciones	
	Medida	No especificado
	Precio Unitario	\$2.00
	Proveedor	No especificado

Material	Hojas volantes	
	Especificaciones	
	Medida	216 x 279 mm
	Precio Unitario	\$0.25
	Proveedor	No especificado

Costos unitarios de implementación:

El costo unitario de implementación será por persona en la capacitación, ya que se ofrece una hoja volante con medidas de ahorro y un refrigerio por persona capacitada, así el costo es el siguiente.

Costo unitario de implementación.....\$ 2.25/trabajador

Beneficios de la acción

Ante la implementación de la acción correctiva se obtienen los siguientes beneficios:

- Conocimiento de los usuarios de cómo utilizar el sistema de iluminación, equipo de ofimática, aires acondicionados y otros equipos.
- Aumento de la cantidad y calidad de iluminación en los espacios.
- Menor consumo de electricidad por el sistema de Iluminación, equipo de ofimática, aires acondicionados y otros equipos.
- Disminución en el costo de la factura eléctrica por los beneficios anteriores

Tabla 26: Acción correctiva 3 Capacitación sobre uso eficiente del Sistema de Iluminación, equipo de ofimática, aires Fuente: Propia

4.4.1.6. Estimación de ahorro de energía por implementación de la estrategia 1

El propósito primordial del plan de ahorro de energía es obtener una disminución sustancial en el consumo de energía eléctrica en el HNCH mediante la aplicación de acciones correctivas que se han considerado para administrar adecuadamente los sistemas eléctricos.

La mayor parte de las acciones correctivas que se han planteado generaran un ahorro de energía eléctrica, y otras traen consigo la función de dar apoyo y mantenimiento al ahorro de energía estimado. Es importante aclarar que las estimaciones realizadas son de tipo teóricas en base a criterios del equipo investigador y que la disminución en el consumo de energía eléctrica se verá reflejado en la medida que las acciones correctivas se vayan implementado, sin más que agregar se presentan los ahorros de energía estimados para la estrategia 1 “Administración de Sistemas Eléctricos del HNCH”.

Sistema de iluminación			
Acción correctiva	Consumo actual (kW/h) al mes	Consumo propuesto (kW/h) al mes	Ahorro (kW/h) al mes
SILU-01-LF	6,028.67	3,178.17	2,850.50
SILU-02-FIF	311.17	105.75	205.42
SILU-03-FM	504	144	360
SILU-05-PV	8.18	0	8.18
Ahorro total en sistema de iluminación			3,424.1

Tabla 27: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Sistema de iluminación.

Fuente: Propia

TSistema de Ofimática			
Acción Correctiva	Consumo Actual (kW/h) al mes	Consumo Propuesto (kW/h) al mes	Ahorro (kW/h) al mes
SIOF-01-CR	7,357.287	7,058.287	298
SIOF-02-FA	7,357.287	7,062.287	295
Ahorro total en sistema de ofimática			593

Tabla 28: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Sistema de Ofimática.

Fuente: Propia

Sistema de Aires acondicionados			
Acción Correctiva	Consumo Actual en kW/h al mes	Consumo Propuesto en kW/h al mes	Ahorro de kW/h Al mes
SIAA-02-SA	6,393.64	4,630.73	1,762.90
Nota: el consumo fue calculado utilizando la potencia de los equipos por el total de horas de funcionamiento al mes. Así se utilizó la potencia de los equipos emplazados actualmente vs. la potencia de los equipos propuestos			

Tabla 29: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Sistema de Aires acondicionados.

Fuente: Propia

Instalaciones estructurales y otros equipos			
Acción Correctiva	Consumo Actual (kW/h) al mes	Consumo Propuesto (kW/h) al mes	Ahorro (kW/h) al mes
SIEO-01-SA	969	840.13	128.87
Ahorro total en Instalaciones estructurales y otros equipos			128.87

Tabla 30: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Instalaciones estructurales y otros equipos.

Fuente: Propia

Cultura Eléctrica			
Acción Correctiva	Consumo Actual en kW/h al mes	Consumo Propuesto en kW/h al mes	Ahorro de kW/h al mes
CENE-01-CE, CENE-02-NA y CENE-03-CC	43,569.51	39,502.68	4,066.83
Nota: el consumo fue calculado utilizando la información obtenida en la encuesta impartida al personal que labora en el hospital. Según desperdicio por falta de conciencia de ahorro en los diferentes sistemas eléctricos.			

Tabla 31: Estimación de ahorro de energía por implementación de acciones correctivas en Cultura Eléctrica

Fuente: Propia

4.4.2. Acciones correctivas para estrategia 2. Implementación de un sistema de generación de energía solar

Acción 1: Implementación de Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico

El fin que se pretende alcanzar con esta estrategia del plan de ahorro de energía eléctrica para el Hospital Nacional de Chalchuapa, es generar una disminución en el consumo del recurso mediante la implementación de una serie de acciones que están enfocadas a reducir problemáticas y potencializar aspectos que están ligados al tema.

Para el planteamiento de la presente acción se debe aclarar un punto muy importante, en que el ahorro de energía eléctrica es tratar de hacer que una carga instalada sea energizada únicamente el tiempo necesario, bajo condiciones de uso que sean las mejores para dicha carga teniendo resultados que para el usuario satisfagan sus necesidades. Teniendo claro este punto la recomendación se enfoca a la incursión del Hospital de Chalchuapa en el uso de energía renovables para energizar algunas de las cargas instaladas en la institución, con esta medida no se tendría un ahorro de energía eléctrica ya que las carga a energizar siempre tendría un consumo, solo que los kW/h ya no estarían siendo marcados por el Medidor del servicio. Con la implementación de sistemas de generación de energía renovable se pretende anular total o parcialmente el uso de la energía de la red sustituyéndola por la que se genera mediante otro medio que es más amigable con el medio ambiente.

El tipo de sistema propuesto consta de ciertas partes que lo conforman y estas deben estar conectadas entre sí, por lo que se presenta como está conformado este.

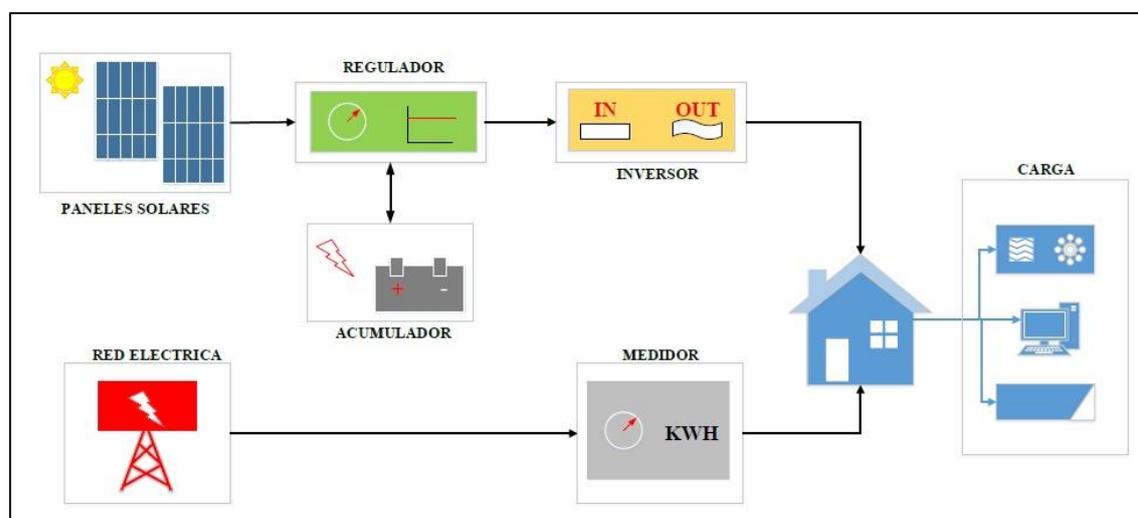


Figura 22: Sistema aislado de generación fotovoltaica.
Fuente: propia

Paneles solares

El panel solar es un elemento que permite usar los rayos del sol como energía. Lo que hacen estos dispositivos es recoger la energía térmica o fotovoltaica del astro y convertirla en un recurso que puede emplearse para producir electricidad

Acumulador

En Electricidad y Electrónica, un acumulador o batería de acumuladores es un dispositivo que almacena energía por procedimientos electroquímicos y de la que se puede disponer en forma de electricidad

Regulador

Un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de tensión constante. El regulador también debe ser medido, ya que este tendrá que soportar una corriente de entrada producida desde los paneles y la de salida para alimentar al inversor

Inversor

Un inversor es un dispositivo que tiene como función cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

A continuación, se presenta una cotización realizada a una empresa salvadoreña especialista en el tema, donde se pretende sustituir un aproximado del 10% del consumo mensual de kW en el hospital



*Figura 23: Logo de empresa iluminaArte.
Fuente: Cotización a empresa*

Energía solar - Iluminación LED - instalaciones eléctricas - Mobiliario urbano

ILUMINARTE, compañía salvadoreña, fundada hace más de 4 años, está dedicada a ofrecer soluciones energéticas eficientes. Productos y servicios orientados al diseño, instalación y ejecución de sistemas fotovoltaicos residenciales y comerciales, como también servicios de mantenimiento.

SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED

INYECCIÓN A RED

La luz llega a los paneles solares y genera electricidad en corriente directa (DC), la corriente directa fluye hacia un inversor que la convierte en corriente alterna (AC) este es el tipo de electricidad que se utiliza en casa, desde el inversor la electricidad pasa por un sistema de monitoreo, de ahí al centro de carga de su residencia o negocio, donde se conecta a los aparatos electrónicos comunes.

Basado en el consumo promedio de los últimos 5 años se hizo una investigación para generar el 10% (3,538 kwh) de la energía consumida mensualmente por el hospital.

ítem	Descripción	Precio total con IVA
1	Suministro e instalación y puesta en marcha de Sistema Solar con conexión a red: incluye 5 inversores monofásicos de 5kW a 220VAC, marca EPCOM y 60 paneles de tecnología MONOCRISTALINA de 370W, marca JINKO SOLAR, incluye protecciones, soportaría y red de tierra. Se incluye el acompañamiento para la legalización de los sistemas solar fotovoltaico con la distribuidora después de la puesta en marcha del sistema.	\$39,945.30

Tabla 32: Información sobre Suministro e instalación y puesta en marcha de Sistema Solar con conexión a red.

Fuente: Propia

4.4.2.1. Estimación de ahorro de energía por implementación de la estrategia 2

Esas consideraciones para la cantidad a solicitar de kWh mediante la generación fotovoltaica han sido tomadas para el consumo actual del hospital; cabe señalar que esta estrategia se aplicará una vez aplicadas las acciones de la estrategia 1 y, por tanto, el consumo deberá estar sometido a ese cambio.

Estimación de ahorro de por Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico	
Acción Correctiva	Ahorro kWh al mes
Implementación de Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico	3,538
Nota: El consumo será siempre el mismo sin embargo el ahorro radica en que el 10% del consumo del hospital si bien será utilizado no será facturado por la empresa distribuidora del servicio AES- CLESA.	

Tabla 33: Estimación de ahorro de energía por implementación de acción correctiva en Implementación de Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico

Fuente: Propia

4.5. Cronograma para el Plan de ahorro del consumo eléctrico



Figura 24: Cronograma para la implementación del Plan de Ahorro de consumo energético en HNCH.

Fuente: propia

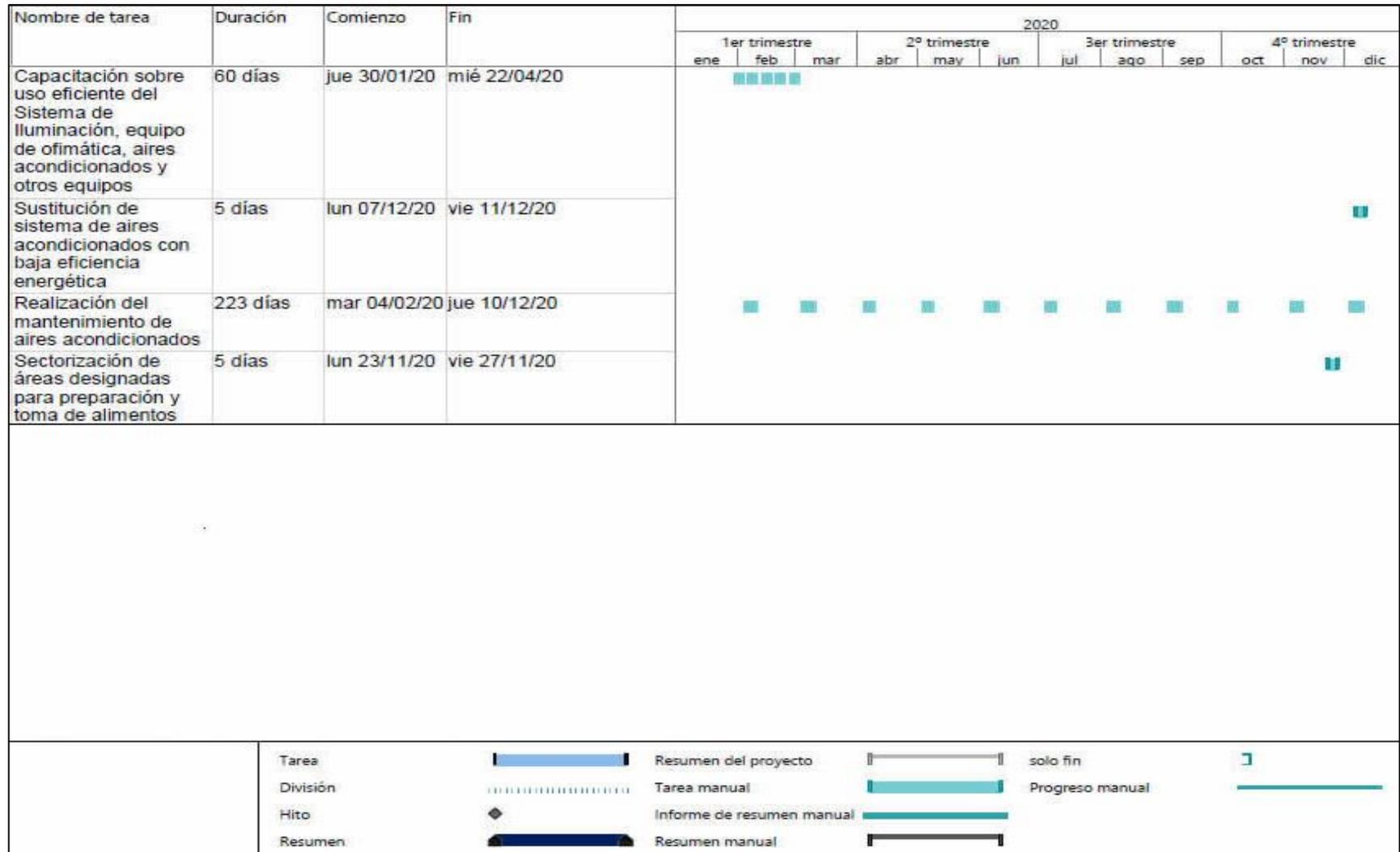


Figura 25: Cronograma para la implementación del Plan de Ahorro de consumo energético en HNCH.
Fuente: propia

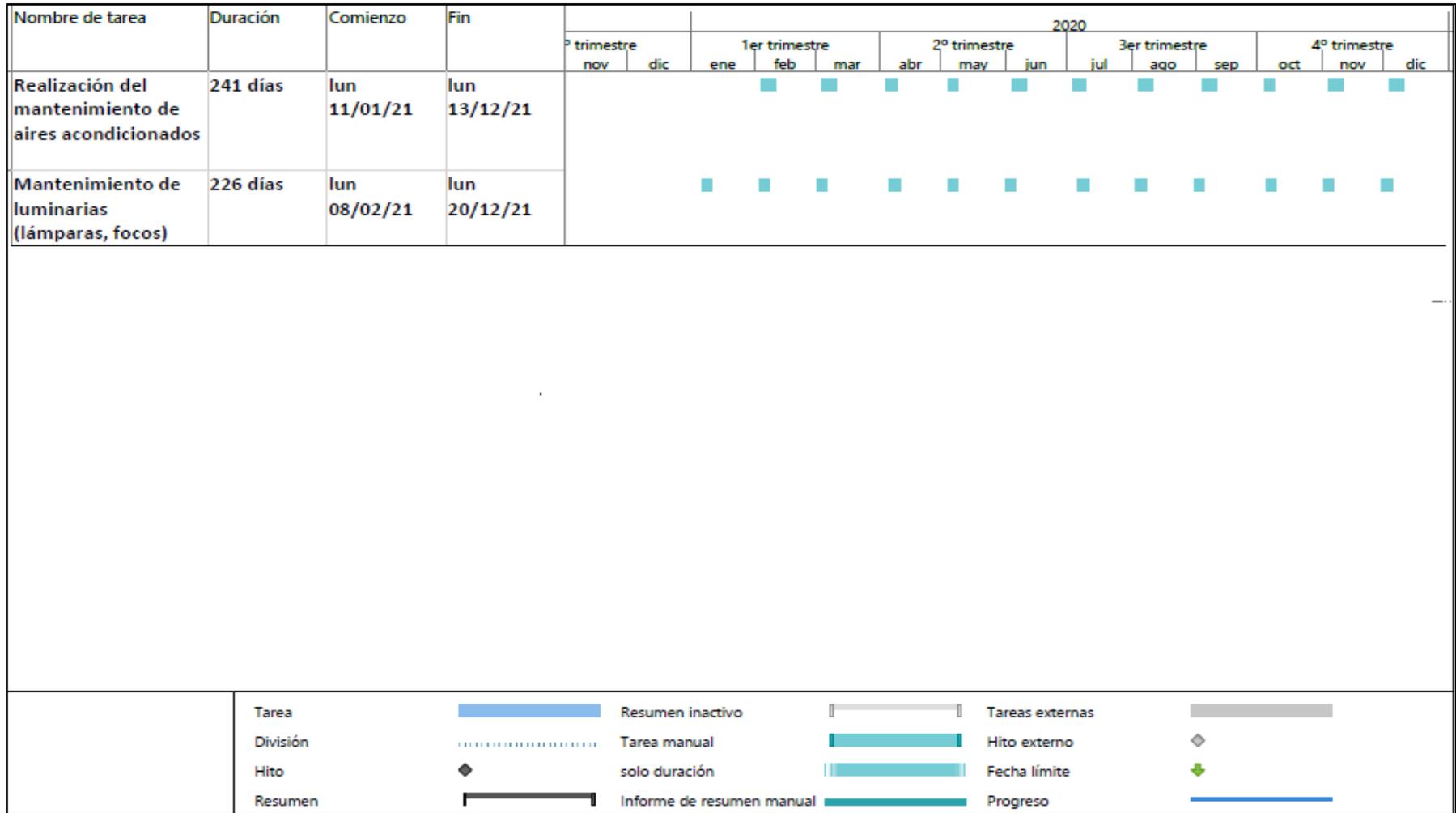


Figura 26: Cronograma para la implementación del Plan de Ahorro de consumo energético en HNCH
Fuente: Propia

Figura

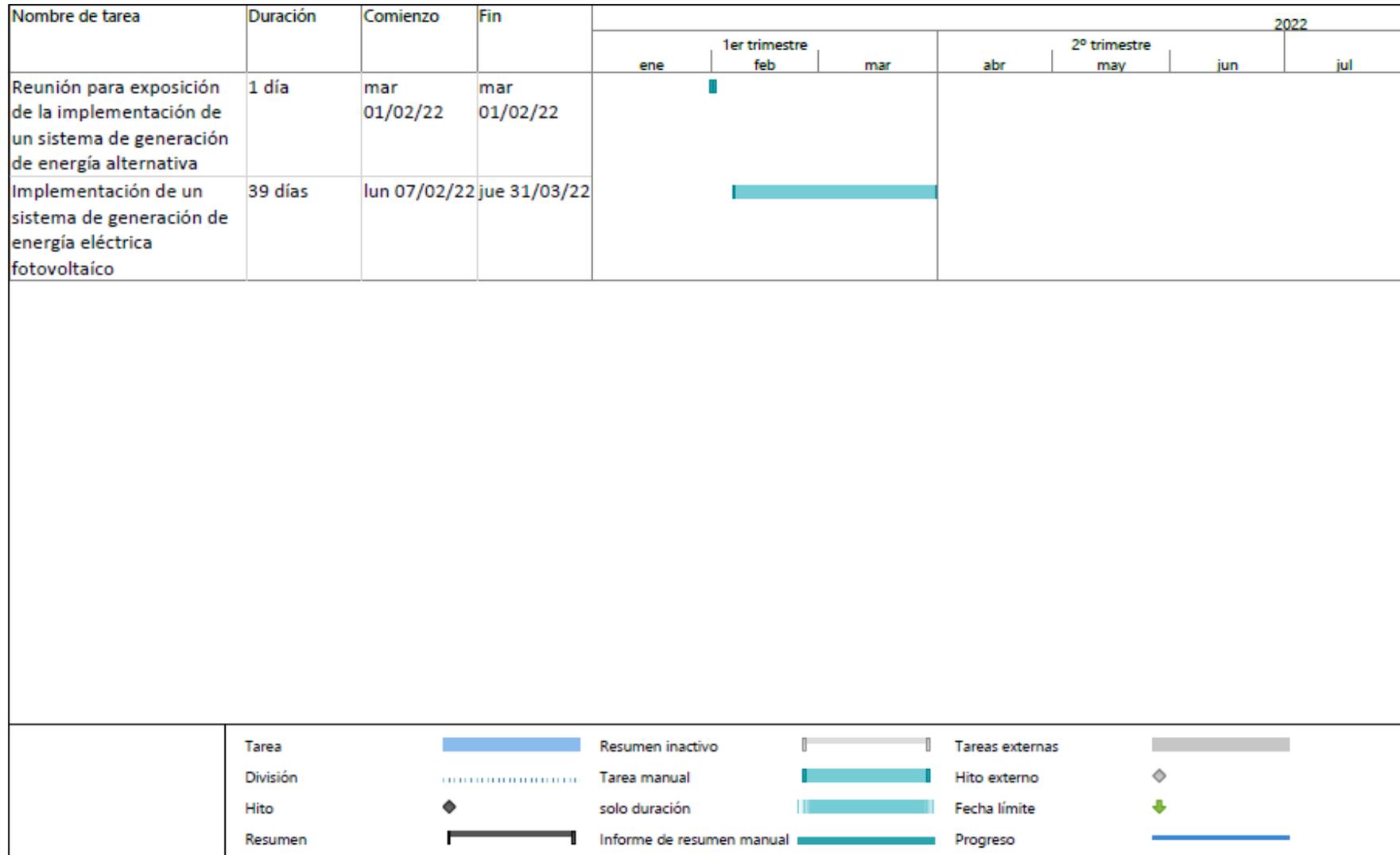


Figura 27: Cronograma para la implementación del Plan de Ahorro de consumo energético en HNCH.

Fuente: propia

4.6. Conclusiones del Plan de ahorro del consumo de energía eléctrica

En el desarrollo del estudio y del presente plan se ha hecho mucho énfasis en la importancia que tiene hacer un uso adecuado del recurso energético, además, se ha comprobado que se pueden obtener resultados muy favorables en la disminución del consumo eléctrico del HNCH por medio de la aplicación de acciones correctivas a los diferentes sistemas que componen la red eléctrica del hospital.

Se detalló en el capítulo 3, que la determinación del consumo eléctrico del HNCH fue realizada teóricamente, por lo que el producto principal del presente plan que son los resultados del ahorro en el consumo eléctrico del hospital también son de naturaleza teórica, sin más que agregar se presenta en la siguiente tabla el resumen de ahorros de energía eléctrica por mes que se obtendrían por cada estrategia con la implementación del plan.

Ahorros esperados al implementar la estrategia 1			
Sistema	Consumo actual (kWh) al mes	Consumo con implementación del plan (kWh) al mes	Ahorro (kWh) al mes
Sistema de iluminación	6,852.02	3,427.92	3,424.10
Sistema de ofimática	7,357.30	6,764.30	593.00
Sistema de aires acondicionados	6,393.64	4,630.73	1,762.90
Instalaciones estructurales y otros equipos	969.00	840.13	128.87
Cultura energética	43,569.51	39,502.68	4,066.83
Ahorro total con la estrategia 1			9,975.7
Ahorros esperados al implementar la estrategia 2			
Implementación de Sistema de Energía Eléctrica Fotovoltaico			3,538
Ahorro Total por implementación del Plan de Ahorro de energía (estrategia 1 y estrategia 2)			13,513.7

Tabla 34: Estimación Total de ahorro de energía por implementación de plan de ahorro energético.

Fuente: Propia

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PLAN DE AHORRO DE CONSUMO ELÉCTRICO.

A lo largo del contenido del documento se ha tocado el tema del ahorro de energía eléctrica y los beneficios que se obtendrían de hacerse tangible cada una de las acciones planteadas para disminuir los pagos de la factura que se realizan mensualmente el Hospital Nacional de Chalchuapa. Todas las actividades llamadas acciones correctivas presentan como fin disminuir el consumo eléctrico atacando directamente las fuentes de desperdicio que han sido detectadas en el hospital, pero la realización de estas implica que deben hacerse una serie de inversiones en materiales.

Se plantean todos aquellos desembolsos que la institución debe hacer para que las acciones correctivas puedan llevarse a una implementación, por lo que se pretende presentar un presupuesto de materiales a comprar y el periodo en el que deben ser comprados, los desembolsos deben realizarse para sustituir los materiales comprados para el plan. También se presentan ingresos que son el resultado de los ahorros que podrían tenerse en los pagos de factura.

5.1. Evaluación Económica del plan de ahorro de consumo eléctrico

Este apartado tiene por objeto determinar la rentabilidad de la inversión en el plan de ahorro energético. La evaluación económica permitirá contar con la base para tomar la decisión de invertir o no en el plan, por lo cual es indispensable contabilizar en forma monetaria los recursos que se necesitarían.

5.1.1. Egresos para la implementación del plan

Los egresos para la implementación del plan de ahorro energético para el HNCH, son los desembolsos monetarios que serán requeridos para llevar a cabo las acciones correctivas planteadas en el capítulo 4. A continuación se presentan el detalle de los egresos por medio de un presupuesto.

5.1.1.2. Presupuesto de materiales requeridos para la implementación de las acciones correctivas.

Los materiales a utilizar para la implementación de las acciones correctivas serán adquiridos durante el primer y tercer año de implementación del plan, se requiere detallar cuanto implican sus costos en el análisis económico, por tanto, se enlistan en la siguiente tabla detallando la cantidad requerida, el costo unitario y el costo total por la adquisición.

Material	Cantidad	Costo unitario(\$)	Costo total(\$)
Tubo LED de T8	807 u	\$8.50	\$6,859.50
Foco LED de 10W	93 u	\$2.95	\$274.35
Foco LED de 50W	11 u	\$22.50	\$202.50
Regleta de 6 salidas	26 u	\$3.97	\$103.35
Bomba de vacío	1 u	\$159.38	\$159.38
Juego de manómetros	1 u	\$47.38	\$47.38
Jabón líquido	1 gl	\$10.90	\$10.90
Ácido muriático	1 gl	\$10.00	\$10.00
Refrigerante R410A	30 lb	\$72.50	\$72.50
Aire acondicionado mini-split	5 u	\$720	\$3,600
Tomacorriente polarizado	14u	\$2.40	\$33.60
Caja rectangular	14u	\$0.55	\$7.70
Cable THHN #12	25m	\$0.45	\$11.25
Poliducto ¾	30m	\$0.20	\$6.00
Tomacorriente de 220V	5 u	\$3.70	\$18.50
Dado térmico doble de 30A	5u	\$5.50	\$17.50
Dado sencillo de 20A	2u	\$2.90	\$4.80
Cable TSJ #10 3 hilos	28m	\$2.85	\$79.80
Tecno ducto de ¾	28m	\$1.60	\$44.80
Costo total			\$11,563.81

Tabla 35: Presupuesto de materiales requeridos para la implementación de las acciones correctivas.

Fuente: Propia

5.1.1.3. Presupuesto de realización de acción correctiva implementación de un Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico

En este presupuesto se describe los materiales a utilizar para la estrategia de implementación de un sistema de energía solar, además, la instalación y puesta en marcha del sistema. Cabe mencionar que el desembolso para el sistema de generación de energía solar será realizado en el año 2022, cuando las acciones correctivas de la estrategia 1 del plan de ahorro energético ya se hayan implementado.

Descripción	Cantidad	Costo total
Inversores	5	\$39,104.00
Paneles de tecnología MONOCRISTALINA de 370W	60	
Costo total con inflación		\$39,945.30

Tabla 36: Presupuesto de implementación de acción correctiva implementación de un Sistema de Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaico.

Fuente: Propia

5.1.1.4. Presupuesto de mantenimiento de aires acondicionados

En este presupuesto se detallan los costos que serán necesarios para realizar el mantenimiento a los equipos de aire acondicionado. El costo para el año 2020 no aparece en dicho presupuesto ya que ha sido incluido en el presupuesto de materiales; quedando para el periodo de 2021-2029 de la manera siguiente.

Costo de mantenimiento de aires acondicionados										
Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Total
Costo	\$142.29	\$143.81	\$145.35	\$146.90	\$148.47	\$150.06	\$151.67	\$153.29	\$154.93	\$1,336.78

Tabla 37: Presupuesto de mantenimiento de aires acondicionados

Fuente: Propia

5.1.1.5. Presupuesto de capacitaciones para inducción en la cultura energética

Es difícil lograr un ahorro en el consumo de energía eléctrica si el personal que hace uso de este recurso no se encuentra adecuadamente capacitado, es por ello que se incurre en un presupuesto para capacitar al personal en lo referente al uso adecuado del recurso energético y al uso de los diferentes sistemas que lo conforman. En la siguiente tabla se detallan los materiales o insumos necesarios, su costo unitario y el costo total que representan.

Materiales/Insumos	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Stickers	50	\$0.50	\$25
Volantes	230	\$0.25	\$57.50
Revista de ahorro de energía	230	\$0.50	\$115.00
Refrigerio	230	\$2.00	\$460.00
Salario capacitadores	2	\$500	\$1000
Costo total			\$1,658.00

Tabla 38: Presupuesto de capacitaciones para inducción en la cultura energética.

Fuente: Propia

5.1.1.6. Presupuesto de mano de obra

El plan de ahorro de energía eléctrica que se propone para la el Hospital implica la ejecución de cambios en los que se destacan los que están ligados al mejoramiento de las instalaciones eléctricas de la institución. Sin embargo, este gasto (mano de obra) no se llevará a cabo ya que se cuenta con el personal en la Unidad de mantenimiento que se encarga de la reparación no solo del sistema eléctrico sino de otros aspectos como fontanería, carpintería, mecánica, los cuales pueden desempeñar estos trabajos sin ningún inconveniente.

5.1.1.7. Presupuesto de investigación

Este presupuesto es el requerido para llevar a cabo la investigación, incluye costos como el salario de los investigadores, viáticos, papelería, impresiones y los diferentes servicios utilizados a lo largo del estudio.

Descripción	Frecuencia	Costo unitario	Costo total
Salario de investigadores	4	\$600	\$2,400
Viáticos	94	\$9	\$846
Papelería	1	\$5	\$5
Impresión	300	\$0.05	\$15
Servicio de internet	132	\$0.50	\$66
Servicio telefónico	10	\$0.18	\$2.00
Energía eléctrica	110	\$0.16	\$18.00
Costo total			\$3,352.00

Tabla 38: Presupuesto de investigación.

Fuente: Propia

5.1.1.8. Presupuesto total de implementación del Plan.

Incluye el total de los cuatro presupuestos detallados anteriormente, se describe en la siguiente tabla:

Descripción	Costo
Presupuesto de materiales	\$11,563.81
Presupuesto de implementación de estrategia 2	\$39,945.30
Presupuesto de cultura energética	\$1,658.00
Presupuesto de investigación	\$3,352.00
Presupuesto de mantenimiento de aires acondicionados	\$1,336.78
Total	\$57,855.89
Imprevistos (10%)	\$5,785.59

Total + Imprevistos	\$63,641.48
----------------------------	--------------------

Tabla 40: Presupuesto total de implementación del Plan.

Fuente: Propia

5.1.2. Ahorros por implementación del plan de ahorro

Se han llamado ahorros a la disminución que se tendría en el monto de la factura eléctrica que cancela el hospital producto del ahorro en el consumo de energía eléctrica con la implementación del plan.

Los ahorros de efectivo se han estimado de acuerdo con proyecciones de consumo y facturación eléctrica (*ver anexo 7*) del HNCH para el periodo comprendido entre los años 2020-2029. Los ahorros se presentan para cada año del plan, estos inician gradualmente a partir del año 2020 que es cuando inicia el plan y continúan creciendo hasta la implementación del sistema de energía solar fotovoltaico y de ahí en adelante se estima el que el ahorro continuará de manera constante del 2023 en adelante. Se presenta en la siguiente tabla el detalle del ahorro.

Año	Consumo proyectado (kwh/año)	Pago proyectado (anual)	Precio anual (kwh)	Ahorro esperado en (kwh/año)	Ahorro esperado
2020	420,567	\$90,279.81	\$0.2147	60,045.46	\$12,889.49
2021	452,475	\$93,595.94	\$0.2069	119,710.44	\$24,762.50
2022	494,331	\$100,418.53	\$0.2031	151,522.44	\$30,780.31
2023	513,689	\$110,465.75	\$0.2150	162,166.44	\$34,872.92
2024	438,435	\$106,860.89	\$0.2437	162,166.44	\$39,525.24
2025	599,477	\$102,252.72	\$0.1706	162,166.44	\$27,660.71
2026	451,084	\$103,147.94	\$0.2287	162,166.44	\$37,082.08
2027	337,757	\$106,883.40	\$0.3165	162,166.44	\$51,317.66
2028	389,977	\$115,788.57	\$0.2969	162,166.44	\$48,149.05
2029	410,780	\$119,269.68	\$0.2903	162,166.44	\$47,084.91
Ahorro total					\$354,124.87

Tabla 41: Ahorros por implementación del plan de ahorro.

Fuente: Propia

5.2. Evaluación financiera del plan de ahorro

Con la evaluación financiera se pretende determinar si el plan de ahorro energético puede implementarse y obtener un beneficio económico, además, de una serie de mejoras

para la institución, con lo que se verá beneficiado tanto el personal que labora en el hospital como los pacientes.

Como todo proyecto lo que se persigue con la evaluación financiera es conocer la rentabilidad, y este caso no es la excepción por lo que se determinara la factibilidad y rendimiento del plan haciendo uso del cálculo de criterios de evaluación; como el Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y Costo Beneficio (CB).

El HNCH por tratarse de una institución que depende totalmente del presupuesto general de la nación asignado a través del ministerio de salud; para financiar un proyecto de tal naturaleza debe solicitar un refuerzo presupuestario.

5.2.1. Flujos de efectivo para el proyecto financiado por HNCH

Los flujos de efectivo son el resultado del estudio económico, en el que se calcularon los costos de materiales, introducción de la cultura energética, el costo de la investigación, entre otros. Los flujos se han estructurado en una tabla en la que se detalla el año y monto de costos, y ahorros del plan. El plan se evalúa para diez años por lo que en la tabla se presentan 11 filas, una para cada año de evaluación y una más (año cero) para indicar el desembolso que se debe realizar antes de la puesta en marcha. Los flujos de efectivo relacionan egresos (costos de implementación, presentados con signo negativo) e ingresos (por ahorro energético).

Financiamiento HNCH			
Año	Costos	Ahorros	Flujo
0	-\$18,231.00	-	-\$18,231.00
1	-	\$12,889.49	\$12,889.49
2	-\$44,096.34	\$24,762.50	-\$19,333.84
3	-\$158.19	\$30,780.31	\$30,622.12
4	-\$159.88	\$34,872.92	\$34,713.04
5	-\$161.19	\$39,525.24	\$39,364.05
6	-\$163.32	\$27,660.71	\$27,497.39
7	-\$165.07	\$37,082.08	\$36,917.01
8	-\$166.84	\$51,317.66	\$51,150.82
9	-\$168.62	\$48,149.05	\$47,980.43
10	-\$170.43	\$47,084.91	\$46,914.48

Tabla 42: Flujos de efectivo para el proyecto financiado por HNCH.

Fuente: Propia

5.2.2. Valor Presente Neto

Mediante los flujos de caja mostrados anteriormente se procede a calcular el VPN para determinar el rendimiento de la inversión inicial. La inversión inicial del proyecto es el valor presentado en la fila cero, la tasa de retorno que se utilizara tiene una inflación del 1.07% de acuerdo con proyecciones realizadas por el Banco Central de Reserva (BCR) para el año 2020 y el 10% adicional que es la tasa de rendimiento exigida.

El VPN se ha realizado haciendo uso de la herramienta Excel, para calcular este criterio de evaluación se necesita el valor de la inversión inicial, el Valor Actual generado por los flujos de efectivo. El cálculo de este valor se realizó en la plantilla de Excel utilizando la función VPN, en primer lugar, se selecciona **financiera** en la categoría de función del menú **insertar** y se elige **VPN** en el nombre de la función. En el cuadro de dialogo VPN se escribe el interés al que se quiere actualizar el flujo de la casilla **tasa** y se selecciona el rango de valores. El valor actual está compuesto por los valores de los flujos de efectivo para cada uno de los diez años de evaluación y por y la tasa utilizada es el porcentaje de inflación y el porcentaje de ganancia exigida.

En la siguiente figura se puede apreciar la obtención de este indicador financiero de forma gráfica.

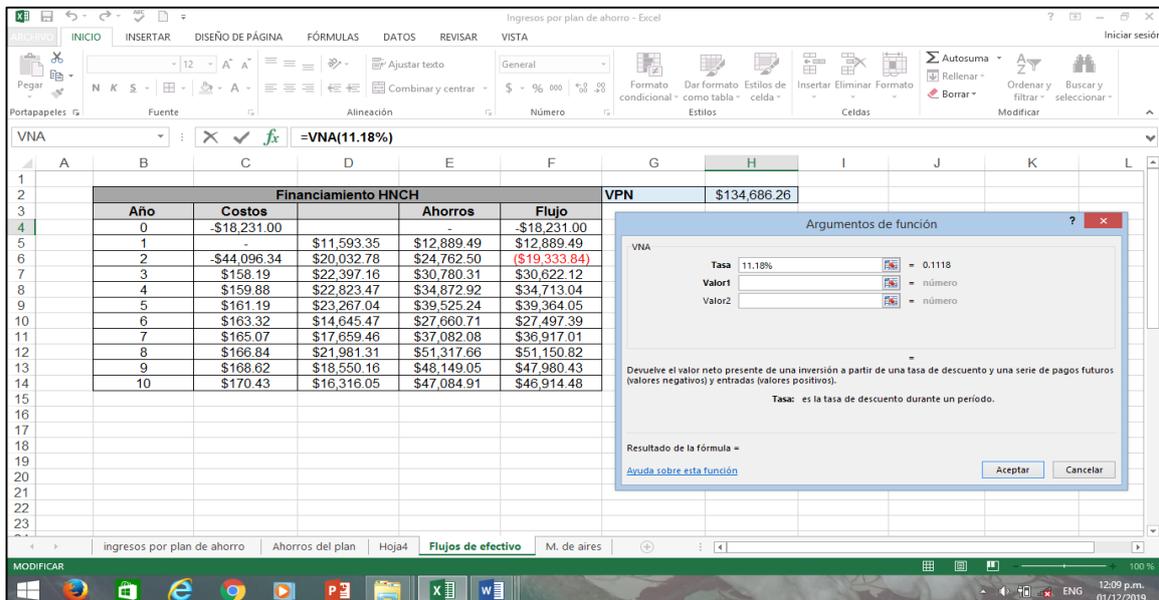


Figura 28: Calculo del VPN utilizando herramienta Excel.

Fuente: Propia

En la imagen se puede ver que el valor del VPN = \$134,686.26; a este resultado ya ha sido descontado el valor de la inversión inicial. Por tanto, el valor del VPN indica que ese

monto se obtendría por encima de lo exigido al proyecto y por ende la inversión resulta rentable.

5.2.3. Tasa Interna de Retorno

Con este criterio de evaluación lo que se persigue es conocer el valor porcentual de la rentabilidad, el criterio de aceptación para el proyecto es que si $TIR > TMAR$ el proyecto se acepta, es importante recordar que la $TMAR$ exigida al proyecto es del 11.18%.

Al igual que en el caso del VPN el cálculo de la TIR se realizó utilizando una plantilla de Excel, se utiliza la opción **función** del menú **insertar**, se selecciona **financiera** en categoría de **función** y se elige **TIR** en el nombre de la función. En el cuadro TIR se selecciona el rango de valores que se desea actualizar, a partir del momento 0, y luego **aceptar**. En la siguiente figura se puede apreciar de forma gráfica.

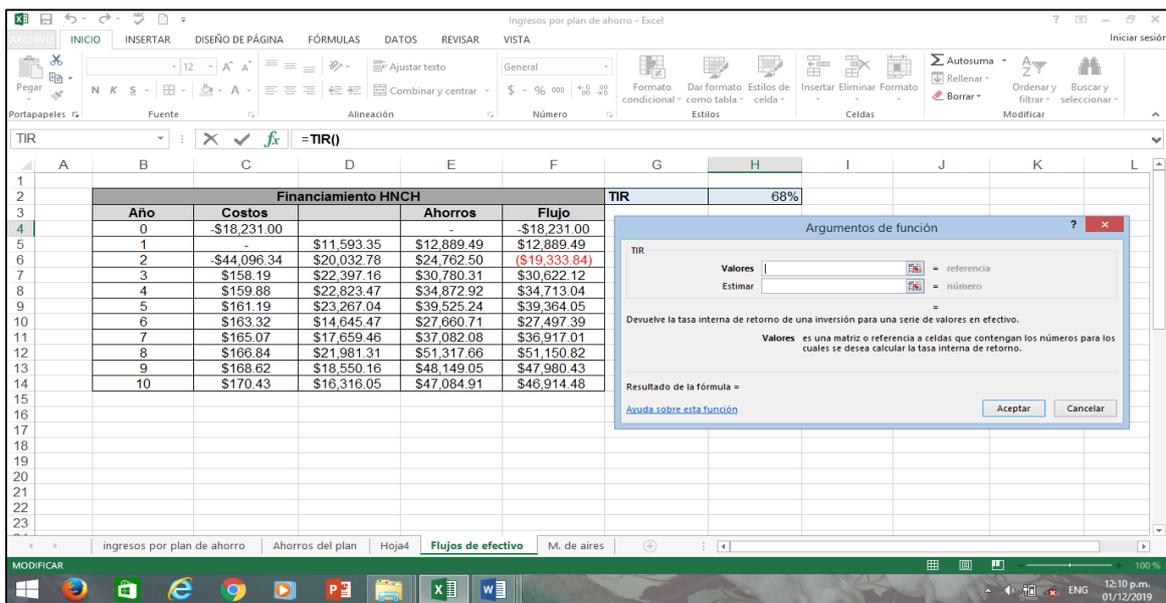


Figura 29: Calculo la TIR utilizando herramienta Excel.

Fuente: Propia

Como puede observarse la tasa que se le puede exigir al proyecto resulta ser del 68%, por lo que al plan se le puede exigir una mayor y aun así seguiría siendo rentable.

5.2.4. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

Este indicador nos permite medir el tiempo en el cual se recupera la inversión realizada a partir de los flujos de efectivo. Para que el PRI arroje un resultado fiable para cada flujo de efectivo se debe considerar el cambio de valor del dinero en el tiempo, para ello se encuentran los flujos de efectivo traídos al presente con la TMAR exigida al proyecto la cual tiene un valor del 11.18%, además, los flujos de efectivo descontados de la inversión inicial hasta tener un cambio de signo en la inversión.

El procedimiento para encontrar el periodo de recuperación de la inversión se presenta en la tabla el siguiente; a partir de los flujos de efectivo calculados para cada año se encuentran los flujos de efectivo en el presente (cuarta columna) en la fila cero se coloca la inversión con signo negativo lo que representa que esa cantidad es un egreso, luego se colocan los flujos traídos al presente aplicando la tasa exigida al proyecto que es 11.18%. Posteriormente se calculan los flujos descontados de la inversión inicial (quinta columna), la cual en el año cero se coloca la inversión inicial y luego se procede a restar los flujos traídos al presente hasta que haya cambio de signo en el valor de la inversión el cual en este caso es el año dos (fila de color celeste) del proyecto. Lo mencionado anteriormente se presenta a continuación.

Año	Costos	Flujo	Flujo con VP	Flujos descontados
0	-\$18,231.00	-\$18,231.00	-\$18,231.00	-\$18,231.00
1	-	\$12,889.49	\$11,593.35	-\$6,637.65
2	-\$44,096.34	-\$19,333.84	-\$15,641.01	-\$22,278.66
3	\$158.19	\$30,622.12	\$22,282.06	\$3.4
4	\$159.88	\$34,713.04	\$22,718.83	
5	\$161.19	\$39,364.05	\$23,172.16	
6	\$163.32	\$27,497.39	\$14,559.00	
7	\$165.07	\$36,917.01	\$17,580.85	
8	\$166.84	\$51,150.82	\$21,909.84	
9	\$168.62	\$47,980.43	\$18,485.20	
10	\$170.43	\$46,914.48	\$16,256.99	

Tabla 43: Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).

Fuente: Propia

Como se puede observar en el año tres se tiene el cambio de signo, esto quiere decir que antes que finalice el año tres el proyecto empieza a ser rentable. El cálculo exacto del tiempo requerido se encuentra con la siguiente ecuación.

$$PRI = \text{Año de inicio de cambio de signo} + \frac{|\text{ultimo flujo descontado negativo}|}{\text{flujo en VP que hace el cambio de signo}}$$

Figura 30: Formula para el cálculo del Periodo de Recuperación de la Inversión.

Fuente: Propia

Donde:

- Año de inicio de cambio de signo = 2.
- Valor (absoluto) de ultimo flujo descontado negativo = \$22,278.66.
- Valor de flujo presente que hace el cambio de signo = \$22,282.06.
- Sustituyendo valores:

$$PRI = 1 + \frac{\$22,278.66}{\$22,282.06} = 3 \text{ años}$$

Como puede apreciarse el resultado de la operación anterior es 3 años, lo cual indica que es el tiempo requerido para recuperar la inversión realizada y a partir de ahí se empiezan a percibir ganancias.

5.2.5. Beneficio/Costo

Este último criterio de evaluación, muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el plan de ahorro energético por cada unidad monetaria invertida. Este indicador se determina dividiendo los ingresos brutos actualizados (beneficios) entre los costos actualizados. Cabe mencionar que para calcularlo se utilizó la misma tasa con la cual se determinaron los anteriores indicadores, la tasa que se utilizó está compuesta por el porcentaje de inflación (1.07%) y ganancia (10%) siendo 11.18% la que se empleó.

De forma más directa, este indicador mide la relación que existe entre los ingresos del plan y los costos incurridos a lo largo de su vida útil incluyendo la inversión total. El método de este indicador lleva la misma regla de decisión del VPN, en donde se tiene lo siguiente:

- Si el VPN es mayor que cero la relación Beneficio – Costo es mayor que uno, el plan propuesto es aceptable, porque el beneficio es superior al costo.
- Si el VPN es negativo la relación B/C es menor que uno, el plan se debe rechazar porque no existe beneficio.

- Si el VPN es igual a cero la relación B/C es igual a uno, y será de manera indiferente llevar a cabo el plan de ahorro energético, ya que no se esperarán beneficios ni pérdidas.

De manera similar a los primeros dos criterios de evaluación esta relación beneficio – costo se puede determinar a través de dos métodos muy simples, el primero y el que se utilizara en este apartado trata en calcular los valores actualizados de los costos e ingresos mediante la plantilla de Excel; mientras que la otra manera de calcular este indicador se puede dar mediante la siguiente formula:

$$\frac{B}{C} = \frac{\frac{YB_1}{(1+i)^1} + \frac{YB_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{YB_n}{(1+i)^n}}{I_o + \frac{C_1}{(1+i)^1} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n}}$$

Figura 31: Formula para el cálculo del Beneficio-Costo de la Inversión.

Fuente: Propia

Donde:

- **YB₁** = Ingreso bruto en el periodo uno, y así sucesivamente.
- **I_o** = Inversión inicial
- **C₁** = costo total en el periodo uno, y así sucesivamente
- **(1+i)** = Factor de Actualización
- **n** = periodo (años)

Para calcular este indicador financiero se consideró a bien utilizar las herramientas financieras brindadas por las plantillas de Excel, realizando los mismos pasos que se utilizaron para encontrar el VPN se calcularon los ingresos que son los ahorros y costos actualizados, los ingresos actualizados son todos aquellos valores que muestra los ahorros comprendidos entre el año uno hasta el año diez; mientras que, los costos actualizados son aquellos que el HNCH empieza a desembolsar año tras año para llevar a cabo todas las actividades programadas del plan de ahorro energético.

El valor mostrado en “Costo Actualizado” se determinó sumando todos los costos mostrados en los flujos de caja correspondientes a cada año (periodo uno hasta el periodo diez), y todos estos totales traídos al presente (periodo cero) a través de la herramienta de Excel *función financiera*. Tomando en cuenta que el denominador de la relación B/C, es

igual a la suma del costo actualizado y la inversión inicial se tiene que el valor a utilizar en dicha fórmula es igual a \$50,546.43.

Por otra parte, el valor mostrado en “ingreso actualizado” corresponde al ahorro obtenido en términos monetarios de cada año (periodo uno hasta el periodo diez) siendo estos valores traídos al presente y dando como resultado \$189,266.25, el cual representa al numerador de la relación Beneficio-Costo. Lo antes explicado se presenta de manera más clara en la siguiente tabla:

	Beneficio (B)	Costo (C)
Costo actualizado		\$36,348.99
Inversión Inicial		\$18,231.00
Ingreso actualizado	\$189,266.25	
		\$54,579.99
B/C	\$3.47	

Tabla 44: Presentación de la relación beneficio-costo.

Fuente: Propia

La relación Beneficio – Costo tiene como resultado \$3.47 el cual indica que por cada dólar invertido en el plan de ahorro se obtendrá una ganancia de \$2.47.

5.2.6. Beneficios cualitativos.

La realización de este proyecto llevaría consigo una serie de beneficios que no son cuantificables pero que si son importantes mencionar ya que mejoran el nivel de desarrollo social (nivel de bienestar social o condiciones de vida) de los beneficiarios. Entre estos beneficios podemos destacar:

Beneficio cualitativo	Descripción
Mejora el servicio	Con la implementación del plan de Ahorro energético propuesto se aumenta la luminosidad en pasillos y zonas donde la luz es tenue, mejorando el flujo de pacientes y personal que labora en el hospital
Confiabilidad de las instalaciones eléctricas electrónicas y estructurales	Las instalaciones eléctricas electrónicas y estructurales presentarían un aumento en la confiabilidad, ya que el implementar una cultura de ahorro de energía llevaría consigo un cuidado más detallado a los equipos que conforman los sistemas eléctricos del hospital.
Aseguramiento y maximización de la vida útil de los equipos eléctricos y electrónicos	Con la implementación de la propuesta presentada se extenderá la vida de los equipos eléctricos y electrónicos, pues aspectos como el mantenimiento de las luminarias y limpieza en los sistemas de aires acondicionados buscan maximizar la durabilidad de estos.
Mejora en la competencia del personal de mantenimiento y demás empleados del hospital.	Los empleados que conforman el personal de mantenimiento serán capacitados en la operación y el sostenimiento del plan de ahorro energético.
Realización de un recuento de luminarias focos, computadoras, y demás equipos eléctricos y electrónicos en el Hospital.	Con la implementación del plan de ahorro del consumo energético se tendría un registro de cada uno de los equipos instalados en la institución a fin de determinar la capacidad instalada.

Tabla 45: Presentación de beneficios cualitativos.

Fuente: Propia

5.3. Conclusiones capítulo 5

El propósito del estudio económico y financiero es determinar si el proyecto es rentable, para tal fin se emplearon los métodos de evaluación financiera Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) y Costo Beneficio (CB); obteniendo los siguientes resultados.

Plan de Ahorro Energético	VPN	TIR	PRI	CB
Financiamiento HNCH	\$134,686.26	68%	3 años	\$3.47

Tabla 46: Presentación de beneficios cualitativos.

Fuente: Propia

En relación con los resultados obtenidos por los métodos de evaluación financieros podemos concluir que el plan de ahorro energético para el HNCH es rentable.

CONCLUSIONES

El ahorro en el consumo eléctrico anual a partir del año 2021 con la implementación del plan de ahorro de energía sin incluir la implementación del sistema de generación de energía solar será de 119,710 kWh, cifra que traducida a dinero representa un total de \$24,762.50.

El ahorro en el consumo eléctrico anual a partir del año 2023 con la implementación del plan de ahorro de energía incluyendo la implementación del sistema de generación de energía solar será de 162,166 kWh, esta cantidad traducida a dinero representa un total de \$34,872.92.

Con la puesta en marcha del plan de ahorro de energía eléctrica propuesto en este estudio se estima un ahorro de 13,513.7 kWh/mes a partir del mes de abril del año 2022; lo que representa el 38.2% del consumo promedio mensual del periodo comprendido entre los años 2014-2018.

Para implementar el plan de ahorro de energía eléctrica sin incluir la implementación del sistema de generación de energía solar propuesto en este estudio se necesita una inversión de \$19,701.82, esto representa un ahorro en energía de 9,975.7kW/h al mes; dicha inversión sería recuperada en 1.33 años.

Para implementar el plan de ahorro de energía eléctrica incluyendo la implementación del sistema de generación de energía solar propuesto en este estudio se necesita una inversión de \$63,641.48, este ahorro de energía asciende a un monto de 13,513.7kW/h al mes, esto incluye un total de 5 inversores monofásicos de 5kW y 60 paneles de tecnología MONOCRISTALINA de 370 W; dicha inversión sería recuperada en 3 años.

RECOMENDACIONES

- Extender los estudios expuestos en esta tesis y continuar con su respectivo análisis partiendo del punto final presentado en este estudio.
- Solicitar al Estado de El Salvador un proyecto para la financiación del plan de ahorro de energía eléctrica.
- Si el área o lugar de trabajo cuenta con un adecuado nivel de luz natural que sea confortable para la vista, se recomienda evitar la utilización de la luz artificial.
- Una vez se haya echado a andar el plan darle su respectivo seguimiento para garantizar el logro eficaz de los objetivos del plan.
- Emplear la estrategia de implementación del sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica una vez se hayan realizado las acciones correctivas de la estrategia administración de los sistemas eléctricos del hospital, esto con el fin implementar las acciones y cambios cuya realización será más inmediata, para después priorizar y hacer énfasis en la estrategia que involucra mayores esfuerzos.
- Involucrar a todo el personal del hospital, independientemente de su cargo, en la temática referente a los hábitos de ahorro de energía y en el buen uso de los equipos y sistemas que conforman el hospital.
- Monitorear las diferentes áreas del hospital para garantizar y evitar usos inadecuados tanto de los quipos eléctricos como de las luminarias.
- Mantener limpias las placas de las lámparas haciéndoles limpiezas programadas, esto evitara la acumulación de suciedad, optimizando su uso y eficiencia.

BIBLIOGRAFÍA

- AES. (2016). MANUAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA RESIDENCIAL Y COMERCIAL. EN *MANUAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA RESIDENCIAL Y COMERCIAL* (PÁG. PAG 63).
- BEMBIBRE, V. (1 DE ENERO DE 2009). *DEFINICIÓN ABC*. OBTENIDO DE DEFINICIÓN ABC:
[HTTPS://WWW.DEFINICIONABC.COM/CIENCIA/VOLTAJE.PHP](https://www.definicionabc.com/ciencia/voltaje.php)
- CALLARISA, R. (27 DE MARZO DE 2019). *CENTRALES NUCLEARES WIKIPEDIA®*. OBTENIDO DE
[HTTP://ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/CENTRALES_NUCLEARES](http://es.wikipedia.org/wiki/Centrales_nucleares)
- DAVID ANTONIO GUZMAN, D. A. (2012). AUDITORIA ENERGETICA EN HOSPITAL NACIONAL DE CHALCHUAPA. SANTA ANA.
- DAVID ANTONIO GUZMÁN, D. A. (2012). *AUDITORÍA ENERGÉTICA EN HOSPITAL NACIONAL DE CHALCHUAPA*. SAN SALVADOR: CNE- UCA.
- GOMEZ, M. A. (2010).
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT). (2018). *CONFORT TÉRMICO*.
- MARN. (02 ENERO 2016). *BOLETIN INFORMATIVO DE LAS MAXIMAS Y MINIMAS TEMPERATURAS*.
- MINISTERIO DE SALUD PORTAL DE TRANSPARENCIA. (2014). *PLAN ANUAL OPERATIVO*. CHALCHUAPA.
- PORTO, J. P., & GARDEY, A. (2012). *DEFINICIÓN.DE*. OBTENIDO DE DEFINICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: [HTTPS://DEFINICION.DE/ENERGIA-ELECTRICA/](https://definicion.de/energia-electrica/)
- SAMPIERI, H. (2014).
- SERVIN, J. M. (2013). *PTOLOMEOUNAMMX*. OBTENIDO DE [HTTP://WWW.PTOLOMEO.UNAM.MX](http://www.ptolomeo.unam.mx)
- URBINA, G. B. (2013). *EVALUACION DE PROYECTOS*. MEXICO, D.F.: MCGRAW-HILL .

VALLADARES, N. E., & CORDERO, H. E. (2017). ESTUDIO DE LOS EFECTOS EN
EL FACTOR DE POTENCIA Y EN EL CONTENIDO ARMONICO
PRODUCIDO POR EL MONTAJE DE UN GENERADOR FOTOVOLTAICO

GLOSARIO

Para lograr una mejor comprensión de algunos de los conceptos que fueron usados a lo largo de este estudio se presenta el siguiente glosario de términos:

Fidedigna: que es digno de ser creído y se puede dar fe de ello.

Metodología: se define como el grupo de mecanismos o procedimientos racionales, empleados para el logro de un objetivo, o serie de objetivos que dirige una investigación científica.

Factibilidad: se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas, es decir, si es posible cumplir con las metas que se tienen en un proyecto, tomando en cuenta los recursos con los que se cuenta para su realización.

Cultura: se refiere al conjunto de bienes materiales y espirituales de un grupo social transmitido de generación en generación a fin de orientar las prácticas individuales y colectivas. Incluye lengua, procesos, modos de vida, costumbres, tradiciones, hábitos, valores, patrones, herramientas y conocimiento.

Recinto: Espacio comprendido dentro de ciertos límites (muros, vallas, etc.) que se utiliza con un fin determinado; generalmente está ocupado por instalaciones o construcciones.

Diagnóstico: se denomina la acción y efecto de diagnosticar. Como tal, es el proceso de reconocimiento, análisis y evaluación de una cosa o situación para determinar sus tendencias, solucionar un problema o remediar un mal.

Energía fotovoltaica: es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina.

Subutilizado: este término se refiere a los recursos o elementos que son explotados y usados por debajo de sus posibilidades.

Climatización: consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad y la calidad del aire interior dentro de los espacios habitados.

Presupuesto: es el cálculo, exposición, planificación y formulación anticipada de los gastos e ingresos de una actividad económica.

ANEXOS

ANEXO 1: Formulario de preguntas para la encuesta

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Reciba un cordial saludo de parte de estudiantes en calidad de egresados de la carrera de Ing. Industrial de la Universidad de El Salvador, que actualmente estamos realizando una investigación sobre la propuesta de un Plan de ahorro energético. La encuesta solo le tomara unos minutos y sus respuestas serán de vital importancia.

Objetivo: Conocer el uso que el personal que labora en el Hospital hace de los aparatos y dispositivos eléctricos.

Indicación: Responda lo que se le solicita y marque con una “X” la opción que considere adecuada y que represente su actuar en sus labores diarias.

Cargo/Puesto de trabajo

1- Cuando se encuentra en su área de trabajo con luminarias encendidas ¿Qué es lo que hace al salir?		
Me doy cuenta que la iluminación queda encendida y apago el interruptor <input type="checkbox"/>	Me doy cuenta que la iluminación queda encendida y el 50% de las veces apago el interruptor <input type="checkbox"/>	El 50% de las veces no me doy cuenta <input type="checkbox"/>
2- ¿Ha observado alguna vez luminarias encendidas en donde no se encuentran personas?		
Sí, me he dado cuenta <input type="checkbox"/>	El 50% de las veces no me doy cuenta <input type="checkbox"/>	No, no me he dado cuenta <input type="checkbox"/>
3- Cuando se encuentra en una instalación durante la jornada diurna con iluminación confortable para la vista ¿Cómo prefiere que este lugar se encuentre iluminado?		

Artificial: con lámparas y focos <input type="checkbox"/>	Natural: con ventanas y tragaluces <input type="checkbox"/>	Le es indiferente el tipo de iluminación <input type="checkbox"/>
4- ¿Cuándo se encuentra en su lugar de trabajo durante la jornada diurna, la iluminación artificial (focos y lámparas) debe estar encendida para satisfacer sus niveles confortables de luz?		
Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Si su respuesta a la pregunta anterior fue “Sí”, pase a la pregunta 5. Si su respuesta fue “No”, pase a la pregunta 6.		
5- ¿En qué horario suele mantener las luces encendidas? (puede seleccionar más de una)		
1 hora por la mañana y 1 hora por la tarde <input type="checkbox"/>	Durante toda la noche <input type="checkbox"/>	Durante todo el día(mañana y tarde) <input type="checkbox"/>
Durante toda la mañana <input type="checkbox"/>		Durante toda la tarde <input type="checkbox"/>
6- ¿Desconecta y/o apaga equipos como microondas, cafeteras, cocinas electricas, ventiladores, entre otros? Cuando no están siendo utilizados.		
Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
7- ¿Por qué sería importante para usted ahorrar energía?		
Porque disminuiría el monto total de la factura eléctrica <input type="checkbox"/>	Porque promueve la sostenibilidad económica y ambiental <input type="checkbox"/>	No estoy bien informado en este tema <input type="checkbox"/>
8 - ¿Considera que hace un uso eficiente del aire acondicionado?		
Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No esta bajo mi control su uso adecuado <input type="checkbox"/>

Encuestador: _____

ANEXO 2: Check List para observación

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESTUDIO SOBRE EL CONSUMO ELÉCTRICO EN HOSPITAL
NACIONAL DE CHALCHUAPA**



Fecha: ____/____/____

Área observada: _____

Objetivo: evaluar las condiciones actuales de los módulos a examinar

Observador: _____

CONDICIONES A EVALUAR	SI	NO	OBSERVACIONES
CONDICIONES DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS			
Se encuentran las luminarias libres de suciedad que pueda afectar los niveles de iluminación			
Se encuentran obstruidas las entradas de luz natural como ventanas o tragaluces			
Si el recinto esta climatizado, este está expuesto al sol			
Filtraciones de calor al interior			
Equipos de aire acondicionado deficientes.			
Existe equipo eléctrico utilizado inadecuadamente			
CONEXIONES ELÉCTRICAS			
Las conexiones eléctricas están debidamente protegidas y canalizadas			
Los cables eléctricos se encuentran en buen estado y no están descubiertos			
Las áreas de alto voltaje están señalizadas y protegidas del libre acceso			
ILUMINACIÓN			
Iluminación deficiente (penumbra)			
Iluminación excesiva (deslumbramiento)			
Mantenimiento a las luminarias			

Tabla 47: Formato de Check List para observación.

Fuente: Propia

Observador: _____

ANEXO 3: Formulario de preguntas para la entrevista

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESTUDIO SOBRE EL CONSUMO ELÉCTRICO EN HOSPITAL
NACIONAL DE CHALCHUAPA**



Fecha: ____/____/____

Cargo de la persona entrevistada: _____

Reciba un cordial saludo de parte de estudiantes en calidad de egresados de la carrera de Ing. Industrial de la Universidad de El Salvador, que actualmente estamos realizando una investigación sobre la propuesta de un Plan de ahorro energético. La entrevista solo le tomara unos minutos y sus respuestas serán de vital importancia.

Objetivo: conocer el estado actual del sistema eléctrico e identificar elementos prioritarios para la elaboración de un plan de ahorro energético.

PREGUNTAS:

1. ¿Cuál es el tipo de suministro de energía que posee el hospital?

2. ¿Existe actualmente algún problema en el sistema eléctrico?

3. ¿Cuentan con equipos que consuman energía, deteriorados parcialmente que estén en funcionamiento?

4. ¿Cuentan con un plan de mantenimiento de luminarias?

5. ¿Qué hacen para reducir el consumo de energía?

6. ¿Qué necesidades han identificado en el sistema eléctrico?

7. ¿Brindan algún tipo de capacitación al personal respecto al tema de ahorro de energía y formas de hacer buen uso del recurso?

8. ¿Cuál es la Política Institucional de las autoridades del hospital ante el consumo eléctrico y propuestas de ahorro?

9. Sugiere alguna propuesta para el ahorro del consumo de energía eléctrica.

Entrevistador: _____

ANEXO 4: Distribución actual del Hospital de Chalchuapa

La descripción de los módulos y áreas construidas en el hospital da por consiguiente una distribución establecida de la manera que se muestra a continuación en el plano de planta de la institución:

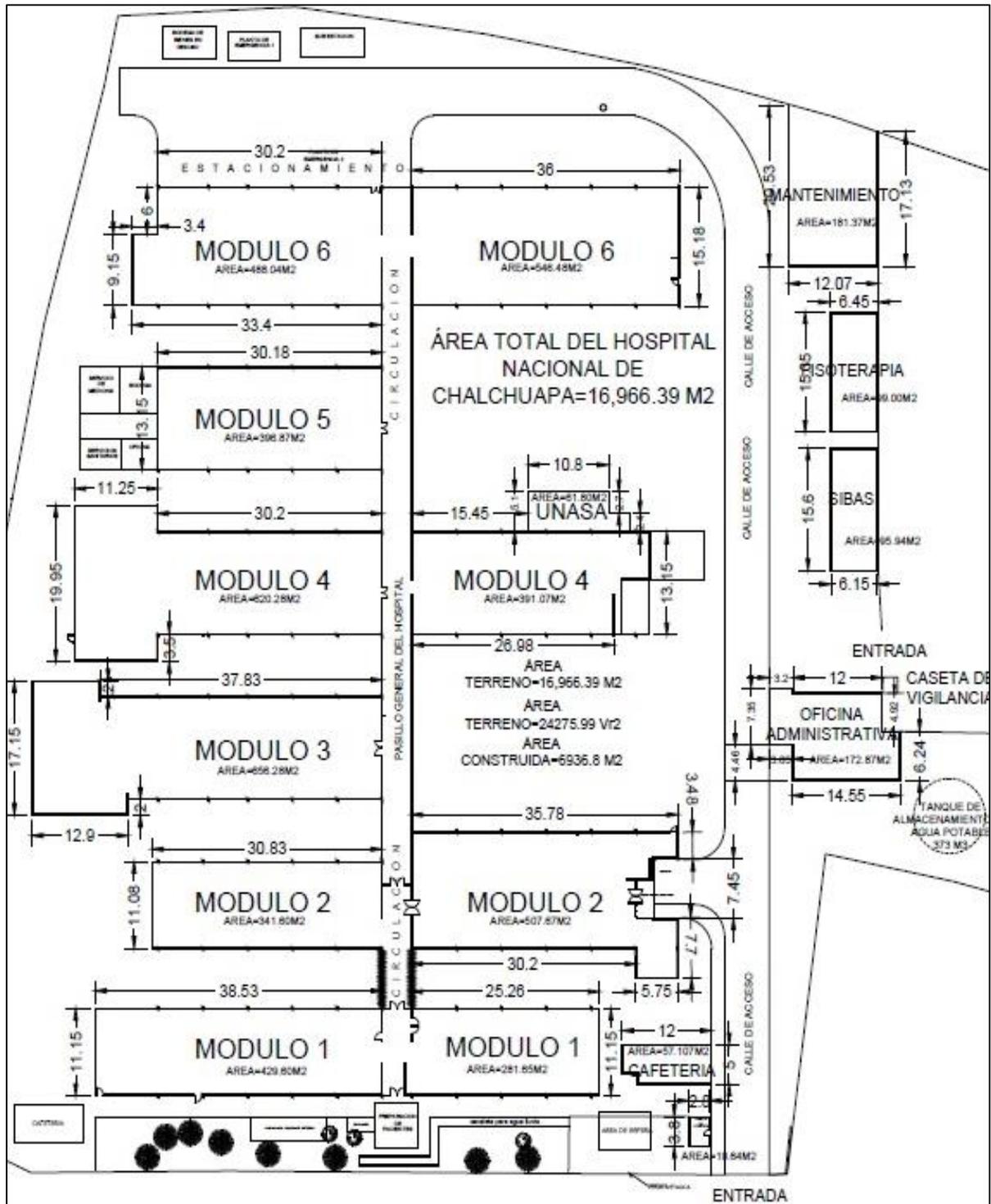


Figura 32: Plano de planta del HNCH.

Fuente: HNCH

ANEXO 5: Memoria de cálculo de los diagnósticos de los diferentes tipos de sistemas eléctricos del Hospital Nacional de Chalchuapa

En este apartado se presentan los cálculos de los sistemas eléctricos que conforman el hospital, en los cuales se incluyen: sistema de iluminación, ofimática, aires acondicionados, instalaciones estructurales y otros equipos.

Sistema de Iluminación

Niveles de iluminación: consiste en medir los niveles de iluminación en **lux**, con el objetivo de determinar si se cumple con las normas de higiene y seguridad ocupacional de acuerdo a las actividades que se desarrollen en cada área; así como identificar desperdicios que se puedan estar generando.

Modulo	Área	Lux
Módulo 1	Pasillos	200
	Consultorios	250
	Oficinas	300
Módulo 2	Pasillos	250
	Habitaciones	300
	Farmacia	400
	Rayos "X"	250
	Laboratorio	300
Módulo 3	Pasillos	350
	Quirófanos	500
	Sala de partos	450
	Habitaciones	400
Módulo 4	Pasillos	200
	Habitaciones	250
Módulo 5	Pasillos	180
	Habitaciones	200
Módulo 6	Cocina	150
	Oficinas	250
	Lavandería	150
	Cuarto de maquinas	120
	Taller	180
	Esterilización	250
Módulo 7	Oficinas	300
	Fisioterapia	180

Tabla 48: Niveles de iluminación por área.
Fuente: Propia.

Consumo por iluminación en módulo 1

Área		Numero de luminarias			Potencia (watts)	Consumo de energía						Consumo en kWh al día
						Resto		Punta		Valle		
		Lámparas	Tubos	Focos		Horas	kWh	Horas	kWh	Horas	kWh	
Sanitarios personal	Mujeres			1	27	1	0.027					0.027
	Hombres			1	27	1	0.027					0.027
Of. medioambiente				1	27	3.5	0.095					0.095
Jef. de enfermería		1	2		32	1	0.068					0.068
Of. de enfermería				1	27	1	0.027					0.027
Bodega				1	60	0.5	0.030					0.030
Consultorio de nutrición		1	2		32	3.5	0.239					0.239
Of. Jurídica		1	1		32	3.5	0.119					0.119
Consultorio examen		1	2		32	3	0.204					0.204
Atencion a victimas		3	9		32	3.5	1.074					1.074
Of. de trabajo social		1	2		32	3.5	0.239					0.239
Of. de trabajo social		1	1		32	3.5	0.119					0.119
Of. de estadística		3	6		32	4.5	0.920					0.920
Of. Archivo		2	4		32	13	1.772	5	0.682	6	0.818	3.272
Depósito de archivos 1		2	4		32	3	0.409	2.5	0.341	3	0.409	1.159
Depósito de archivos 2		5	10		32	3	1.022	2.5	0.852	3	1.022	2.897
Depósito de archivos 2				2	27	3	7.020	2.5	0.135	3	0.162	7.317
Preparación pacientes		1	2		32	3.5	0.239					0.239
Bodega informática				1	60	0.5	0.030					0.030
Of. de informática		1	1		32	2.5	0.085					0.085
Cuarto equipo inf.				1	27	0.5	0.014					0.014
Sanitarios personal				1	27	1	0.027					0.027
Sanitarios mujeres				1	27	1	0.027					0.027
Sanitarios hombres				1	27	1	0.027					0.027
Clínica dental		1	2		32	3.5	0.239					0.239
Consultorio 1		1	2		32	1	0.068					0.068
Vacunación		1	2		32	1	0.068					0.068
Consultorio 3		1	2		32	1	0.068					0.068
Consultorio 4		1	2		32	1	0.068					0.068
Consultorio 5		1	2		32	1	0.068					0.068

Consultorio 6	1	2		32	1	0.068					0.068
Consultorio 7	1	2		32	1	0.068					0.068
Consultorio salud mental			3	27	2.5	0.203					0.203
Consultorio salud reproductiva	1	1		32	3.5	0.119					0.119
Pasillo interior	14	26		32	1	0.886	5	4.430	6	\$5.316	10.633
Pasillo exterior	3	6	15	32	1	0.204	5	1.022	6	\$1.227	2.454
Total						15.99		7.46		8.95	32.40
Consumo total por mes 972.12 kWh											

Tabla 49: Consumo por iluminación en módulo 1
Fuente: Propia.

Consumo por iluminación en módulo 2

Área	Numero de luminarias				Potencia (watts)	Consumo de energía						Consumo en kWh al día
	Lámparas	Tubos	Focos	Panel Led		Resto		Punta		Valle		
						Hora	kWh	Hora	kWh	Hora	kWh	
Emergencia	Sala séptica	1	3		32	2	0.204	1	0.102	1	0.102	0.409
	Ortopedia	1	3		32	1	0.102	1	0.102	1	0.102	0.307
	Pequeña cirugía	1	3		32	2	0.204	2	0.204	1	0.102	0.511
	Consultorio ginecoobstetricia	1	3		32	5	0.511					0.511
	Consultorio 1	1	3		32	5	0.511					0.511
	Consultorio 2	1	3		32	5	0.511					0.511
	Curaciones e inyecciones	1	3		32	3	0.307	1	0.102	1	0.102	0.511
	Est. enfermería	2	6		32	1	0.204	5	1.022	6	1.227	2.454
	Max. urgencia	5	15		32	1	0.511	5	2.556	6	3.067	6.134
	Duchas intoxicados	1	3		32	1	0.102	1	0.102	1	0.102	0.307
	Inhaloterapia	1	2		32	5	0.341	1	0.068	1	0.068	0.477
	Pasillo inhaloterapia	1	3		32	1	0.102	5	0.511	6	0.613	1.227
	Comedor	1	3		32	2	0.204	1	0.102	1	0.102	0.409
	Rehidratación oral	1	3		32	2	0.204	0.5	0.051	0.5	0.051	0.307
	Observaciones hombres/mujeres	6	12		32	1	0.409	5	2.045	6	2.454	4.908
	Pasillo observaciones	1	2		32		0.000	1	0.068	1	0.068	0.136
	Sanitario damas observaciones	1	2		32	1	0.068	1	0.068	1	0.068	0.204
	Sanitario hombres observaciones			1	27	1	0.027	1	0.027	1	0.027	0.081
	Pasillo interior	10	30		32	1	1.022	5	5.112	6	6.134	12.269
	Dormitorio motorista	1	10		32	1	0.341	0.25	0.085	0.25	0.085	0.511
Sanitario dormitorio	1	3		20	0.25	0.016	0.25	0.016	0.25	0.016	0.048	
Entrada a emergencia	3	9		32	1	0.307	5	1.534	6	1.840	3.681	
Farmacia				10	24	13	3.120	5	1.200	6	1.440	5.760
Sanitario farmacia			1	27	2	0.054	0.5	0.014	0.5	0.014	0.081	
Pasillo módulo 2	5	10		32	1	0.341	5	1.704	6	2.045	4.090	

Rayos X	Atencion pacientes	1	2			32	5	0.341	5	0.341	6	0.409	1.091
	Pertenencias Personal			1		27	1	0.027	1	0.027	1	0.027	0.081
	Área de trabajo	2	4			32	3	0.409	1	0.136	1	0.136	0.682
	Desvestideros			2		27	0.5	0.027					0.027
	Impresión análisis			1		27	1	0.027	1	0.027	1	0.027	0.081
	Dormitorio			1		27	0.5	0.014	0.5	0.014	0.5	0.014	0.041
Laboratorio clínico	Jefatura			1		27	6	0.162					0.162
	Secretaria	1	2			32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
	Hematología	1	2			32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
	Química sanguínea	1	2			32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
	Bacteriología	2	4			32	1	0.136	5	0.682	6	0.818	1.636
	Lavado y esterilizado	1	2			32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
	Pruebas especiales	1	2			32	2	0.136	1	0.068	1	0.068	0.273
	Urianálisis	2	4			32	13	1.772	5	0.682	6	0.818	3.272
	Toma de muestras	1	2			32	2	0.136					0.136
	Pertenencias del personal	1	2			32	3	0.204	0.5	0.034	0.5	0.034	0.273
	Sanitario	1	1			32	1	0.034	0.25	0.009	0.25	0.009	0.051
Total								13.42		20.18		23.83	57.43
Consumo total por mes 1722.91 kWh													

Tabla 50: Consumo por iluminación en módulo 2.

Fuente: Propia.

Consumo por iluminación en módulo 3

Área	Numero de luminarias			Potencia (watts)	Consumo de energía						Consumo en kWh al día
	Lámparas	Tubos	Focos		Resto		Punta		Valle		
					Hora	kwh	Hora	kwh	Hora	kwh	
Sala séptica	1	3		32	3	0.307	2	0.204	2	0.204	0.716
Procedimientos sépticos	2	6		32	3	0.613	2	0.409	2	0.409	1.431
Preparación de partos	2	4		32	2	0.273	2	0.273	2	0.273	0.818
			1	27	2	0.054	2	0.054	2	0.054	0.162
Trabajo de partos	8	16		32	4	2.181	5	2.726	6	3.272	8.179
			1	27	2	0.054	2	0.054	2	0.054	0.162
Cuarto limpieza			1	27	3	0.081	1	0.027	1	0.027	0.135
Dormitorios médicos	4	8		32	2	0.545	2	0.545	2	0.545	1.636
			2	32	1	0.054	1	0.054	1	0.054	0.162
Estar de médicos	2	4		32	4	0.545	1	0.136	1	0.136	0.818
			1	27	1	0.027	1	0.027	1	0.027	0.081
Atencion recién nacidos	3	6		32	4	0.818	2	0.409	2	0.409	1.636
Sala de partos	2	4		32	4	0.545	2	0.273	2	0.273	1.091
Recuperación post operatoria	8	16		32	4	2.181	2	1.091	2	1.091	4.362
Taller de anestesia	2	4		32	4	0.545	2	0.273	2	0.273	1.091

Arsenal estéril	1	2		32	4	0.273	2	0.136	2	0.136	0.545
Vestidor mujeres	1	2		32	3	0.204	2	0.136	2	0.136	0.477
Vestidor hombres	1	2		32	3	0.204	2	0.136	2	0.136	0.477
Lavado de instrumental	1	2		32	4	0.273	2	0.136	2	0.136	0.545
Quirófano 1	2	4		32	4	0.545	2	0.273	2	0.273	1.091
Quirófano 2	2	4		32	4	0.545	2	0.273	2	0.273	1.091
Pasillo interior	8	16		32	1	0.545	5	2.726	6	3.272	6.543
Pasillo exterior	3	6		32	1	0.204	5	1.022	6	1.227	2.454
Total						11.62		11.39		12.69	35.70
Consumo total por mes 1071.06 kWh											

Tabla 51: Consumo por iluminación en módulo 3.

Fuente: Propia.

Consumo por iluminación en módulo 4

Área	Numero de luminarias			Potencia (watts)	Consumo de energía						Consumo en kWh al día	
	Lámparas	Tubos	Focos		Resto		Punta		Valle			
					Horas	kWh	Horas	kWh	Horas	kWh		
Pediatría	Jefatura		1	27	1	0.027					0.027	
	Cuarto encamados	6	12		32	1	0.409	5	2.045	6	2.454	4.908
	Sanitarios damas	1	2		32	2	0.136	2	0.136	2	0.136	0.409
	Sanitarios hombres	1	2		32	2	0.136	2	0.136	2	0.136	0.409
	Cuarto limpieza			1	27	2	0.054	1	0.027	1	0.027	0.108
	Pasillo interior	3	9		32	1	0.307	5	1.534	6	1.840	3.681
	Bodega			1	27	1	0.027	1	0.027	1	0.027	0.081
	Estación enfermería	2	4		32	2	0.273	5	0.682	6	0.818	1.772
				4	27	2	0.216	1	0.108	1	0.108	0.432
	Pacientes delicados	4	7		32	3	0.716	5	1.193	6	1.431	3.340
				1	27	2	0.054					0.054
	Sala hidroterapia	2	4		32	2	0.273					0.273
	Atencion a quemados	2	6		32	2	0.409					0.409
	Área de juegos			1	27	1	0.027	1	0.027	1	0.027	0.081
	Bodega			1	27	0.5	0.014					0.014
	Lavaderos			1	60	1	0.060	1	0.060	1	0.060	0.180
			1	27	2	0.054	2	0.054	2	0.054	0.162	
Aula unasa 1	6	18		32	4	2.454					2.454	
Aula unasa2	4	8		32	4	1.091					1.091	
Pasillo exterior	3	6		32	1	0.204	5	1.022	6	1.227	2.454	
Maternidad	Pasillo interior	6	12		32	2	0.818	5	2.045	6	2.454	5.316
	Aislados obstétrica	1	2		32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
				1	27	1	0.027	0.5	0.014	0.5	0.014	0.054

	Área de espera	4	8		32	1	0.273	5	1.363	6	1.636	3.272
	Atencion adolescentes	1	2		32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
				1	27	1	0.027	0.5	0.014	0.5	0.014	0.054
	Cirugía obstétrica	4	6		32	1	0.204	5	1.022	6	1.227	2.454
	Cuarto alimentos			1	27	2	0.054	1.5	0.041	1.5	0.041	0.135
	Cuarto duchas			1	27	1	0.027	0.5	0.014	0.5	0.014	0.054
				1	27			1	0.027	1	0.027	0.054
		1	1		32	3	0.102	0.5	0.017	0.5	0.017	0.136
	Sanitarios	1	2		32	2	0.136	2	0.136	2	0.136	0.409
				1	27	0.5	0.014	0.5	0.014	0.5	0.014	0.041
				1	60			1	0.060	1	0.060	0.120
	Estación enfermería			1	27	1	0.027	0.5	0.014	0.5	0.014	0.054
		1	2		32	2	0.136	5	0.341	6	0.409	0.886
	Sala ultrasonido	3	9		32	5	1.534	1	0.307	1	0.307	2.147
				1	27	0.5	0.014					0.014
				1	60	0.5	0.030					0.030
	Puerperio 1	4	8		32	1	0.273	5	1.363	6	1.636	3.272
	Puerperio 2	4	8		32	1	0.273	5	1.363	6	1.636	3.272
	Exámenes pacientes			1	60	1.5	0.090					0.090
	Ginecología	2	6		32	2	0.409	0.5	0.102	0.5	0.102	0.613
	Aislados			1	27	2	0.054	2	0.054	2	0.054	0.162
Neonatología	Pasillo neonatología	5	15		32	2	1.022	5	2.556	6	3.067	6.646
	Cuarto alimentos	1	3		32			2	0.204	1	0.102	0.307
	Of. medico	2	6		32	4	0.818					0.818
	Sanitario neonatología	1	3		32	1	0.102	0.25	0.026	0.25	0.026	0.153
	Cuarto de insumos	1	3		32	1	0.102					0.102
	Baño artesa	1	3		32	2	0.204					0.204
	Bodega	1	3		32	0.5	0.051					0.051
	Sala recién nacidos	2	6		32	1	0.204	1	0.204	1	0.204	0.613
	Estación enf. Neonatología	2	6		32	1	0.204	2	0.409	2	0.409	1.022
	Cuarto incubadoras	3	9		32	1	0.307	1	0.307	1	0.307	0.920
	Banco de leche	2	4	24	32	1	0.136	0.5	0.068	0.5	0.068	0.273
	Total							14.75		19.82		23.16
Consumo total por mes 1731.63 kWh												

Tabla 52: Consumo por iluminación en módulo 4.

Fuente: Propia.

Consumo por iluminación en módulo 5

Área	Numero de luminarias			Potencia (watts)	Consumo de energía						Consumo en kWh al día
	Lámparas	Tubos	Focos		Resto		Punta		Valle		
					Hora	kWh	Hora	kWh	Hora	kWh	
Pasillo exterior	3	6		32	1	0.204	5	1.022	6	1.152	2.379
Pasillo interior	5	10		32	1	0.341	5	1.704	6	2.045	4.090
Medicina hombres 1			2	27	1	0.054	5	0.270	6	0.324	0.648
Cirugía hombres			3	27	1	0.081	5	0.405	6	0.486	0.972
	1	2		32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
Medicina hombres 2	1	2		32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
Medicina mujeres 1	2	4		32	1	0.136	5	0.682	6	0.818	1.636
Sanitarios damas	1	2		20	1	0.043	1	0.043	0.5	0.021	0.107
Sanitarios hombres	1	2		32	1	0.068	1	0.068	0.5	0.034	0.170
	1	1		20	1	0.021	1	0.021	0.5	0.011	0.053
Est. enfermería			1	27	1	0.027	6	0.162	5	0.135	0.324
			1	27	1	0.027	0.5	0.014	0.5	0.014	0.054
Medicina mujeres 2	1	1		32	1	0.034	5	0.170	6	0.204	0.409
			1	27	1	0.027	0.5	0.014	0.5	0.014	0.054
Medicina mujeres 3	1	1		32	1	0.034	5	0.170	6	0.204	0.409
Medicina mujeres 4	2	4		32	1	0.136	5	0.682	6	0.818	1.636
Medicina hombres 3	2	4		32	1	0.136	5	0.682	6	0.818	1.636
Aislamiento cirugía			1	27	1	0.027	5	0.135	6	0.162	0.324
	1	1		20	1	0.021	0.5	0.011	0.5	0.011	0.043
Bodega											
Área de insumos			2	27	1	0.054	5	0.270	6	0.324	0.648
	1	2		32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
Cuarto archivo	23	42	1	27	2	0.054	1	0.027	1	0.027	0.108
Total						1.73		7.57		8.85	18.15
Consumo total por mes 544.56 kWh											

Tabla 53: Consumo por iluminación en módulo 5.

Fuente: Propia.

Consumo por iluminación en módulo 6

Área	Numero de luminarias			Potencia (watts)	Consumo de energía						Consumo en kWh al día
	Lámparas	Tubos	Focos		Resto		Punta		Valle		
					Horas	kWh	Horas	kWh	Horas	kWh	
Lavandería	11	22		32	2	1.500					1.500
Rec. ropa	2	4		32	2	0.273					0.273
Morgue	1	2		32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
Bodega			1	27	1	0.027					0.027
Pasillo morgue	1	2		32	1	0.068	5	0.341	6	0.409	0.818
Cuarto maquinas	5	10		32	2	0.682					0.682
Taller mantenimiento biomédica	4	8		32	6	1.636					1.636
Esterilización	11	22		32	2	1.500					1.500
Ofc. almacén	2	4		32	2	0.273					0.273
Alm. insumos médicos	6	12		32	1.5	0.613					0.613
			1	27	1.5	0.041					0.041
Alm. Medicamentos	8	16		32	1.5	0.818					0.818
Lav. cocina			2	27	8	0.432	5	0.270			0.702
Alacena	1	1		32	1	0.034					0.034
Jef. despensa	1	1		32	1	0.034					0.034
Bodega alim. y dietas			1	27	0.5	0.014					0.014
Cocina	6	12		32	2	0.818					0.818
Cuartos fríos			4	27	1.5	0.162					0.162
Sanitarios alim. y dietas			1	27	2	0.054					0.054
Pasillos	9	18		32	1	0.613	5	3.067	6	3.681	7.361
Total						9.66		4.02		4.50	18.18
Consumo total por mes 545.25 kWh											

Tabla 54: Consumo por iluminación en módulo 6.

Fuente: Propia.

Consumo por iluminación en módulo 7

Área	Numero de luminarias				Potencia (watts)	Consumo de energía						Consumo en kWh al día	
	Lámparas	Tubos	Focos	Panel Led		Resto		Punta		Valle			
						Hora	kWh	Hora	kWh	Hora	kWh		
Dirección	Oficina dirección	1	2			32	1	0.068					0.068
	Oficina administrativa	2	4			32	1	0.136					0.136
	Oficina jurídica	3	6			32	1	0.204					0.204
	Pasillo	3	6			32	1	0.204					0.204
	Sala de reuniones	3	6			32	1	0.204					0.204
	Cuarto alimentos	1	2			32	1	0.068					0.068
	Sanitarios												
Administración	RRHH				4	24	5.3	0.509					0.509
	Act. fijo				2	24	5.3	0.254					0.254
	Unidad financiera				4	24	5.3	0.509					0.509
	Adq. y contrataciones				2	24	5.3	0.254					0.254
	Bodega			1		27	1	0.027					0.027
	Pasillo				4	24	5.3	0.509					0.509
	Sanitarios hombres												
	Sanitarios mujeres												
Bodega de limpieza			1		27	2	0.054					0.054	
Fisioterapia	Espera y atención pacientes	2	4			32	2	0.273					0.273
		2	4			32	3	0.409					0.409
	Consultorios			6		27	2	0.324					0.324
	Sanitarios			2		27	1	0.054					0.054
Mantenimiento	Oficina			2		27	5	0.270					0.270
	Bodega	1	1			32	1.5	0.051					0.051
	Área de trabajo	3	6			32	1	0.204					0.204
Almacén de químicos	4	8			32	1	0.273					0.273	
Cuarto de desechos	2	4			32								
Planta generadora			1		27								
Cafetín 1	2	4			32	2	0.273						0.273
			1		27	2	0.054						0.054
Cafetín 2			1		27	3	0.081						0.081
			1		60	3	0.180						0.180
			1		10	3	0.030						0.030
Caseta vigilancia			1		25	1	0.025	5	0.125	6	0.150		0.300
			1		25			2	0.050	2	0.050		0.100
Espera visitas	1	2		16	32								
Total								5.50	0.18	0.20	5.88		
Consumo total por mes 176.34 kWh													

Tabla 55: Consumo por iluminación en módulo 7.

Fuente: Propia.

Análisis del Sistema de iluminación interna

Problema en el sistema de iluminación interna es toda situación que genere un desperdicio de energía. Algunos de los problemas más comunes en los sistemas de iluminación son el no aprovechamiento de la iluminación natural, la ubicación de luminarias, las condiciones estructurales como el color de paredes en los edificios, entre otras. En el HNCH se encontró problemas como la falta de mantenimiento a pantallas protectoras de luminarias (pantallas protectoras sucias), luminarias defectuosas (quemadas) que no han sido reemplazadas y el no aprovechamiento de luz natural en algunas áreas, aunque vale la pena aclarar que son pocas ya que la mayoría de las edificaciones están dotadas de suficiente iluminación natural.

En este apartado se detallan las áreas con problema de falta de mantenimiento a pantallas protectoras y luminarias defectuosas. El problema del no aprovechamiento de luz natural será abordado en el diagnóstico de las instalaciones estructurales y otros.

Problemas por falta de mantenimiento a pantallas protectoras de luminarias en módulo 2

- Pantallas protectoras sucias en la entrada a emergencia, pasillos interiores a emergencia, consultorios 1, 2 y área de curaciones e inyecciones, estación de enfermería y observaciones hombres/mujeres.
- Pantallas protectoras sucias en pasillo módulo 2 frente a rayos “X”.
- Pantallas protectoras sucias en laboratorio clínico.

Problemas por falta de mantenimiento a pantallas protectoras de luminarias en módulo 4

- Pantallas protectoras sucias en pasillos interiores a pediatría, cuarto de encamados y estación de enfermería.
- Pantallas protectoras sucias en puerperios 1, 2; cirugía obstétrica, estación de enfermería, pasillos interiores y espera mujeres.

Problemas por falta de mantenimiento a pantallas protectoras de luminarias en módulo 5

- Pantallas protectoras sucias en pasillos interiores a medicina, cirugía hombres, medicina hombres 3; medicina mujeres 1 y 4.

En el resto de módulos no se encontró problema por falta de mantenimiento a pantallas protectoras de luminarias.

Problema de luminarias defectuosas

Área	Cantidad de luminarias faltantes	
	Lámparas (tubos)	Focos
Módulo 1		
Sanitarios hombres (personal)		1
Salud mental		3
Pasillo exterior	3	
Pasillo interior	7	
Depósito de archivos 1	2	
Consultorio 2	2	
Curaciones e inyecciones	1	
Estación enfermería	1	
Duchas Intoxicados	3	1
Inhaloterapia	1	
Comedor	2	
Rehidratación oral	1	
Área de espera	3	
Cirugía obstétrica	2	
Sala ultrasonido	3	
Puerperio 2	3	
Sala de recién nacidos	1	
Pasillo exterior	4	
Medicina mujeres 1	1	
Pasillos	6	
Lavandería cocina		1

Recibidero de ropa	4	
Bodega		1
Cuarto de maquinas	1	
Total	51	7

Tabla 56: Luminarias defectuosas.

Fuente: Propia.

Consumo de energía del sistema de iluminación externa

Área	Tipo de luminarias	Numero de luminarias	Potencia (watts)	Consumo de energía						Consumo en kWh al día
				Resto		Punta		Valle		
				Horas	kwh	Horas	kwh	Horas	kwh	
Entrada 2, solo personal autorizado	Foco de mercurio	1	175	1	0.175	5	0.875	6	1.05	2.1
Contiguo a cuarto de desechos	Foco de mercurio	1	175	1	0.175	5	0.875	6	1.05	2.1
Frente a mantenimiento	Foco de mercurio	1	175	1	0.175	5	0.875	6	1.05	2.1
Parqueo	Foco de mercurio	1	175	1	0.175	5	0.875	6	1.05	2.1
Tanque de agua	Foco de mercurio	1	175	1	0.175	5	0.875	6	1.05	2.1
Calle entrada principal	Foco de mercurio	3	175	1	0.525	5	2.625	6	3.15	6.3
Frente al módulo 1, contiguo a cerca perimetral	Foco de mercurio	1	175	1	0.175	5	0.875	6	1.05	2.1
Total					1.4		7		8.4	16.8
Consumo total por mes 504 kWh										

Tabla 57: Consumo por iluminación en el sistema de iluminación externa

Fuente: Propia.

Problemas encontrados en el sistema de iluminación externa

Un sistema de iluminación externa adecuado es aquel que garantiza las condiciones de visibilidad para evitar cualquier tipo de accidentes y que permita mantener un tránsito fluido. El sistema de iluminación externa del HNCH es pequeño, pero no menos importante; durante la investigación no se encontraron problemas, sin embargo, si algunas deficiencias las cuales son los siguientes:

- **Luminarias con baja eficiencia energética:** se detalló en el tipo de luminaria que se utiliza en el HNCH para la iluminación exterior el cual es deficiente comparado con otros modelos que se encuentran en el mercado, cuya potencia es mucho menor y ofrecen la misma intensidad de luz.

Sistema de Ofimática

Consumo eléctrico por equipo de ofimática en módulo 1

CONSULTA EXTERNA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		5	0,99	7,5	7.43
	Monitor LCD	1,5		5	0,83	7,5	6.19
	Impresora		100	2	0,20	0,1	0.02
	Impresora		100	1	0,10	0,25	0.03
	Laptop HP	1,6		1	0,18	3	0.53
Carga total					2,29	Consumo total	14.19
Consumo en kWh al mes							326.267

Tabla 58: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.

Fuente: Propia.

ARCHIVO	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		3	0,59	24	14.26
	Monitor LCD	1,5		3	0,50	24	11.88
	CPU	1,8		1	0,20	7,5	1.49
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	1.24
	Impresora		583	1	0,58	0,25	0.15
	Impresora		100	1	0,10	0,25	0.03
Carga total					2,14	Consumo total	29.03
Consumo en kWh al mes							851.645

Tabla 59: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.

Fuente: Propia.

INFORMATICA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	24	4.752
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	24	3.96
	Impresora		100	1	0,10	0,2	0.02
	Regulador		1800	1	1,80	24	43.2
Carga total					2,26	Consumo total	51.932
Consumo en kWh al mes							1,557.82

Tabla 60: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.

Fuente: Propia

ESTADÍSTICA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		4	0,79	7,5	5.94
	Monitor LCD	1,5		4	0,66	7,5	4.95
	Impresora		583	1	0,58	0,15	0.09
	Carga total				2,04	Consumo total	10.98
	Consumo en kWh al mes						502.951

Tabla 61: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.
Fuente: Propia

PSICOLOGIA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	7,5	1.49
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	1.24
	Carga total				0,36	Consumo total	2.72
	Consumo en kWh al mes						62.618

Tabla 62: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.
Fuente: Propia.

SALUD OFICINA POR EL DER. A LA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	7,5	1.49
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	1.24
	Impresora		475	1	0,48	0,15	0,07
	Carga total				0,84	Consumo total	2.79
	Consumo en kWh al mes						64.256

Tabla 63: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.
Fuente: Propia

NUTRICIONISTA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	6	1.188
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	6	0.99
	Carga total				0,36	Consumo total	2.178
	Consumo en kWh al mes						50.094

Tabla 64: Consumo por equipo de ofimática en módulo 1.

Fuente: Propia

Consumo eléctrico por equipo de ofimática en módulo 2

EMERGENCIA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	7,5	1.49
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	1.24
	CPU	1,8		1	0,20	24	4.75
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	24	3.96
	Carga total				0,73	Consumo total	11.43
	Consumo en kWh al mes						323.978

Tabla 65: Consumo por equipo de ofimática en módulo 2.

Fuente: Propia.

FARMACIA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		2	0,396	24	9.50
	Monitor LCD	1,5		2	0,33	24	7.92
	Impresora		100	2	0,2	2,5	0.50
	Carga total				0,926	Consumo total	17.92
	Consumo en kWh al mes						537.720

Tabla 66: Consumo por equipo de ofimática en módulo 2.

Fuente: Propia.

LABORATORIO CLINICO	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		4	0,79	24	19.01
	Monitor LCD	1,5		4	0,66	24	15.84
	Impresora		600	2	1,20	3	3.60
	CPU	1,8		1	0,20	7,5	1.49
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	1.24
	Impresora		100	2	0,20	0,2	0.04
				Carga total	3,22	Consumo total	41.21
				Consumo en kWh al mes			1216.98

Tabla 67: Consumo por equipo de ofimática en módulo 2.

Fuente: Propia.

UNASA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	7,5	1.49
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	1.24
	Impresora		100	1	0,10	0,25	0.03
				Carga total	0,46	Consumo total	2.75
				Consumo en kWh al mes			63.193

Tabla 68: Consumo por equipo de ofimática en módulo 2.

Fuente: Propia.

Consumo por equipo de ofimática en módulo 3

QUIROFANOS	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	24	4.752
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	24	3.96
				Carga total	0,36	Consumo total	8.71
				Consumo en kWh al mes			261.36

Tabla 69: Consumo por equipo de ofimática en módulo 3.

Fuente: Propia.

MEDICOS RESIDENTES	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	4	0.792
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	4	0.66
Carga total					0,36	Consumo total	1.452
Consumo en kWh al mes							43.56

Tabla 70: Consumo por equipo de ofimática en módulo 3.

Fuente: Propia.

Consumo por equipo de ofimática en módulo 4

PEDIATRIA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	Laptop Lenovo	1,6		1	0,18	7,5	1.32
	Impresora		100	1	0,10	0,1	0.01
Carga total					0,28	Consumo total	1.33
Consumo en kWh al mes							30.82

Tabla 71: Consumo por equipo de ofimática en módulo 4.

Fuente: Propia.

MATERNIDAD/NEONATOS	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	7,5	1.49
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	1.24
	CPU	1,8		1	0,20	0,5	0.10
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	0,5	0.08
Carga total					0,73	Consumo total	2.90
Consumo en kWh al mes							68.06

Tabla 72: Consumo por equipo de ofimática en módulo 4.

Fuente: Propia.

Consumo por equipo de ofimática en módulo 5

MEDICINA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	Laptop Lenovo	1,6		2	0,35	12	4.22
	Impresora		100	3	0,30	0,2	0.06
Carga total					0,65	Consumo total	4.28
Consumo en kWh al mes							98.53

Tabla 73: Consumo por equipo de ofimática en módulo 5.

Fuente: Propia.

Consumo por equipo de ofimática en módulo 6

DIETAS ALIMENTACION Y	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	7,5	1.49
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	1.24
	Impresora		100	1	0,10	0,1	0.01
Carga total					0,46	Consumo total	2.73
Consumo en kWh al mes							81.975

Tabla 74: Consumo por equipo de ofimática en módulo 6.

Fuente: Propia.

ALMACEN	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		3	0,59	7,5	4.46
	Monitor LCD	1,5		3	0,50	7,5	3.71
	Impresora		100	2	0,20	0,33	0,07
	Impresora		100	1	0,10	0,2	0,02
Carga total					1,39	Consumo total	8,25
Consumo en kWh al mes							189.831

Tabla 75: Consumo por equipo de ofimática en módulo 6

Fuente: Propia.

Consumo por equipo de ofimática en módulo 7

DIRECCION	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	Laptop Lenovo	1,6		2	0,35	2,5	0,88
	CPU	1,8		7	1,39	7,5	10,40
	Monitor LCD	1,5		7	1,16	7,5	8,66
	Impresora		600	1	0,60	1,5	0,90
	Proyector		260	1	0,26	0,33	0,09
	Carga total				3,75	Consumo total	20,92
	Consumo en kWh al mes						481.24

Tabla 76: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.

Fuente: Propia.

UMI	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		5	0,99	7,5	7,43
	Monitor LCD	1,5		5	0,83	7,5	6,19
	Carga total				1,82	Consumo total	13,61
	Consumo en kWh al mes						313.09

Tabla 77: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.

Fuente: Propia.

UACI	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		2	0,40	7,5	2,97
	Monitor LCD	1,5		2	0,33	7,5	2,48
	Impresora		583	1	0,58	0,75	0,44
	Carga total				1,31	Consumo total	5,88
	Consumo en kWh al mes						260.53

Tabla 78: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.

Fuente: Propia.

RRHH	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en Kwh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		3	0,59	7,5	4,46
	Monitor LCD	1,5		3	0,50	7,5	3,71
Carga total					1,09	Consumo total	8,17
Consumo en kWh al mes							187.85

Tabla 79: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.

Fuente: Propia.

GENRAIS SERVICIOS GRAL	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		2	0,396	7,5	2,97
	Monitor LCD	1,5		2	0,33	7,5	2,475
Carga total					0,73	Consumo total	5,45
Consumo en kWh al mes							125.235

Tabla 80: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.

Fuente: Propia.

MANTENIMIENTO	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	Consumo en kWh al día
		Amperios	Watts				
	CPU	1,8		1	0,20	4	0,792
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	4	0,66
	Impresora		100	1	0,10	0,1	0,01
Carga total					0,46	Consumo total	1,46
Consumo en kWh al mes							33.63

Tabla 81: Consumo por equipo de ofimática en módulo 7.

Fuente: Propia.

Consumo fantasma

ZONA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	consumo fantasma 7%	Consumo en Kw/h al día
		Amperios	Watts					
CONSULTA EXT	CPU	1,8		5	0,99	7,5	0,108	0,8019
	Monitor LCD	1,5		5	0,83	7,5	0,108	0,6723
	Impresora		100	2	0,2	0,1	0,108	0,00216
	Impresora		100	1	0,1	0,25	0,108	0,0027
ESTADISTICA	CPU	1,8		4	0,79	7,5	0,108	0,6399
	Monitor LCD	1,5		4	0,66	7,5	0,108	0,5346
	Impresora		583	1	0,58	0,15	0,108	0,009396
PSICOLOGIA	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
DER. A LA SALUD	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	Impresora		475	1	0,48	0,15	0,108	0,007776
NUTRICIONISTA	CPU	1,8		1	0,2	6	0,108	0,1296
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	6	0,108	0,11016
EMERGENCIA	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
LAB CLINICO	Impresora		600	2	1,2	3	0,108	0,3888
	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	Impresora		100	2	0,2	0,2	0,108	0,00432
UNASA	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	Impresora		100	1	0,1	0,25	0,108	0,0027
MED RESIDENTES	CPU	1,8		1	0,2	4	0,108	0,0864
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	4	0,108	0,07344
MATERN/NEONATOS	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	CPU	1,8		1	0,2	0,5	0,108	0,0108
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	0,5	0,108	0,00918
ALIMENTACIÓN Y DIETAS	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	Impresora		100	1	0,1	0,1	0,108	0,00108
ALMACÉN DE MEDICAMENTOS	CPU	1,8		3	0,59	7,5	0,108	0,4779
	Monitor LCD	1,5		3	0,5	7,5	0,108	0,405
	Impresora		100	2	0,2	0,33	0,108	0,007128
	Impresora		100	1	0,1	0,2	0,108	0,00216
DIRECCION	CPU	1,8		7	1,39	7,5	0,108	1,1259
	Monitor LCD	1,5		7	1,16	7,5	0,108	0,9396
	Impresora		600	1	0,6	1,5	0,108	0,0972

UFI	CPU	1,8		5	0,99	7,5	0,108	0,8019
	Monitor LCD	1,5		5	0,83	7,5	0,108	0,6723
UACI	CPU	1,8		2	0,4	7,5	0,108	0,324
	Monitor LCD	1,5		2	0,33	7,5	0,108	0,2673
	Impresora		583	1	0,58	0,75	0,108	0,04698
RRHH	CPU	1,8		3	0,59	7,5	0,108	0,4779
	Monitor LCD	1,5		3	0,5	7,5	0,108	0,405
SERVICIOS GENERALES	CPU	1,8		2	0,396	7,5	0,108	0,32076
	Monitor LCD	1,5		2	0,33	7,5	0,108	0,2673
MANTENIMIENTO	CPU	1,8		1	0,2	4	0,108	0,0864
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	4	0,108	0,07344
	Impresora		100	1	0,1	0,1	0,108	0,00108
TOTAL								12,38436
CONSUMO EN KWH /MES								297,22464

Tabla 82: Calculo de consumo fantasma por equipo de ofimática

Fuente: Propia.

Consumo por equipo encendido y sin uso

ZONA	Equipo	Carga		Cantidad	Carga instalada Kw	Hrs aprox	consumo fantasma 7%	Consumo en Kw/h al día
		Amperios	Watts					
CONSULTA EXT	CPU	1,8		5	0,99	7,5	0,108	0,8019
	Monitor LCD	1,5		5	0,83	7,5	0,108	0,6723
	Impresora		100	2	0,2	0,1	0,108	0,00216
	Impresora		100	1	0,1	0,25	0,108	0,0027
ESTADISTICA	CPU	1,8		4	0,79	7,5	0,108	0,6399
	Monitor LCD	1,5		4	0,66	7,5	0,108	0,5346
	Impresora		583	1	0,58	0,15	0,108	0,009396
PSICOLOGIA	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
DER. A LA SALUD	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	Impresora		475	1	0,48	0,15	0,108	0,007776
NUTRICIONISTA	CPU	1,8		1	0,2	6	0,108	0,1296
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	6	0,108	0,11016
EMERGENCIA	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
LAB CLINICO	Impresora		600	2	1,2	3	0,108	0,3888
	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	Impresora		100	2	0,2	0,2	0,108	0,00432
UNASA	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162

	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	Impresora		100	1	0,1	0,25	0,108	0,0027
MED RESIDENTES	CPU	1,8		1	0,2	4	0,108	0,0864
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	4	0,108	0,07344
MATERN/NEONATOS	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	CPU	1,8		1	0,2	0,5	0,108	0,0108
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	0,5	0,108	0,00918
ALIMENTACIÓN Y DIETAS	CPU	1,8		1	0,2	7,5	0,108	0,162
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	7,5	0,108	0,1377
	Impresora		100	1	0,1	0,1	0,108	0,00108
ALMACÉN DE MEDICAMENTOS	CPU	1,8		3	0,59	7,5	0,108	0,4779
	Monitor LCD	1,5		3	0,5	7,5	0,108	0,405
	Impresora		100	2	0,2	0,33	0,108	0,007128
	Impresora		100	1	0,1	0,2	0,108	0,00216
DIRECCION	CPU	1,8		7	1,39	7,5	0,108	1,1259
	Monitor LCD	1,5		7	1,16	7,5	0,108	0,9396
	Impresora		600	1	0,6	1,5	0,108	0,0972
UFI	CPU	1,8		5	0,99	7,5	0,108	0,8019
	Monitor LCD	1,5		5	0,83	7,5	0,108	0,6723
UACI	CPU	1,8		2	0,4	7,5	0,108	0,324
	Monitor LCD	1,5		2	0,33	7,5	0,108	0,2673
	Impresora		583	1	0,58	0,75	0,108	0,04698
RRHH	CPU	1,8		3	0,59	7,5	0,108	0,4779
	Monitor LCD	1,5		3	0,5	7,5	0,108	0,405
SERVICIOS GENERALES	CPU	1,8		2	0,396	7,5	0,108	0,32076
	Monitor LCD	1,5		2	0,33	7,5	0,108	0,2673
MANTENIMIENTO	CPU	1,8		1	0,2	4	0,108	0,0864
	Monitor LCD	1,5		1	0,17	4	0,108	0,07344
	Impresora		100	1	0,1	0,1	0,108	0,00108
TOTAL								12,38436
CONSUMO EN KWH /MES								297,22464

Tabla 83: Calculo de consumo por equipo encendido y sin uso por equipo de ofimática
Fuente: Propia.

Sistema de Aire Acondicionado

Las áreas donde se encuentran instalados los equipos de aires acondicionados se muestran a continuación:

Cantidad	Tipo de equipo	Ubicación
1	A/A Mini Split	Oficina de medio Ambiente
2	A/A Mini Split	Atención a víctimas
3	A/A Mini Split	Consultorio de Electrocardiogramas
4	A/A de ventana	Informática
5	A/A Mini Split	Pequeña cirugía
6	A/A Mini Split	Ortopedia
7	A/A central	Máxima Emergencia
8	A/A central	Observación hombres y mujeres
9	A/A Mini Split	Farmacia
10	A/A Mini Split	Radiología
11	A/A Mini Split	Laboratorio
12	A/A Mini Split	Bacteriología
13	A/A de ventana	Lavado y esterilización de laboratorio
14	A/A Mini Split	Hematología
15	A/A de ventana	Secretaría de laboratorio
16	A/A central	Procedimientos sépticos
17	A/A central	Sala de parto
18	A/A central	Quirófano 1
19	A/A central	Quirófano 2
20	A/A central	Recuperación post operación
21	A/A central	Pasillo cirugía
22	A/A central	Sala de parto
23	A/A central	Maternidad
24	A/A central	Neonatología
25	A/A central	Neonatología
26	A/A de ventana	Oficina Almacén
27	A/A Mini Split	Almacén Medicamentos
28	A/A central	Esterilización Arsenal Estéril
29	A/A Mini Split	Sec. Dirección
30	A/A Mini Split	Dirección
31	A/A central	Administración UFI
32	A/A central	Administración UFI
33	A/A de ventana	Bodega Almacén

Tabla 84: Tipo de aire acondicionado instalado por áreas.

Fuente: Propia.

	TIPO	Mini-Split	MODELO	MSC183E19MC
	MARCA	Goodman	Refrigerante	R410A/44.8ozs
	Fuente de alimentación	230V-1Ph-60Hz	Presión de diseño	Hi 550 PSIG Lo 340 PSIG
	Carga total			10.8A
	ventilador exterior motor carga			0.25A
	Carga del compresor			9.7A
	Capacidad mínima del circuito			14A

Tabla 85: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.
Fuente: Etiqueta del fabricante.

	TIPO	Ventana	MODELO	Sanyo
	MARCA	Sanyo	VOLTAJE	110V
	Fuente de alimentación	-	Presión de diseño	-
	Carga total			-
	ventilador exterior motor carga			-
	Carga del compresor			-
	Capacidad mínima del circuito			-

Tabla 86: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.
Fuente: Etiqueta del fabricante.

	TIPO	Ventana	MODELO	Gibson
	MARCA	Gibson	VOLTAJE	110V
	Fuente de alimentación	-	Presión de diseño	-
	Carga total			-
	ventilador exterior motor carga			-
	Carga del compresor			-
	Capacidad mínima del circuito			-

Tabla 87: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.
Fuente: Etiqueta del fabricante.

	TIPO	Mini-Split	MODELO	TIN625C2V32
	MARCA	Innovair	Refrigerante:	R410A/42.4oz
	Fuente de alimentación	230V-60Hz	Presión de diseño	Hi 550Psi Lo 340Psi
	Corriente máxima			42.4 A
	Entrada			2157 W
	Compresor			RLA 6.95A
	Motor			RLA 0.6A-50W

Tabla 88: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.

Fuente: Etiqueta del fabricante.

	TIPO	Mini-Split	MODELO	VEC80C3CS1
	MARCA	Innovair	Refrigerante:	R410A/2.55Kg
	Capacidad de enfriamiento	60000 btu	Presión de diseño	Hi 4.0MPa Lo 1.2MPa
	Fuente de alimentación	230V-3Ph-60Hz	Corriente	16.23 A
	Corriente máxima			19.18 A
	Entrada			5380 W
	Compresor			RLA 18.6 LRA 118.9
	Motor			230W

Tabla 89: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.

Fuente: Etiqueta del fabricante

	TIPO	Mini-Split	MODELO	TBG41C-018PH3H1C
	MARCA	Tempblue	Refrigerante:	R410A
	Fuente de alimentación	220V-60Hz	Presión de diseño	4.3MPa
	Potencia de enfriamiento			5130W
	Potencia de entrada de enfriamiento			1800W
	Potencia nominal de enfriamiento			2400W
	Carga de refrigeración			0.84 Kg
	Presión de succión			2.5 MPa

Tabla 90: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.

Fuente: Etiqueta del fabricante

	TIPO	Central	MODELO	-
	MARCA	Lennox	Refrigerante:	R410A
	Fuente de alimentación	230V-1Ph-60Hz	Presión de diseño	Hi 448 Psi Lo 236 Psi
	Compresor	1 PH 26.4 RLA 125 LRA	Ventilador	1 PH 1.7 FLA ¼ HP
	Corriente máxima			34.7
	Factor de Carga			9 Lbs

Tabla 91: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.

Fuente: Etiqueta del fabricante

	TIPO	Mini Split	MODELO	M/N TSA060S4N44Y
	MARCA	Lennox	Refrigerante:	R410A
	Fuente de alimentación	230V-3Ph-60Hz	Presión de diseño	Hi 446 Psi Lo 236Psi
	Compresor	3 PH 15.6 RLA 110.0 LRA	Ventilador	1 PH 1.7 FLA ¼ HP
	Corriente máxima			21.3
	Factor de Carga			16 Lbs

Tabla 92: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.

Fuente: Etiqueta del fabricante

	TIPO	Central	MODELO	-
	MARCA	Westinghouse/L ENNOX	Presión de diseño	-
	Fuente de alimentación	230V-1Ph-60Hz	Capacidad de enfriamiento	96,000 btu
	Compresor	-	Refrigerante	R410A
	Ventilador			-
	Corriente			-
	Corriente mínima del circuito			-

Tabla 93: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.

Fuente: Etiqueta del fabricante

	TIPO	Central	MODELO	-
	MARCA	Westinghouse	Presión de diseño	-
	Fuente de alimentación	230V-1Ph-60Hz	Capacidad de enfriamiento	48,000 btu
	Compresor	-	Refrigerante	R410A
	Ventilador			-
	Corriente			-
	Corriente mínima del circuito			-

Tabla 94: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.

Fuente: Propia

	TIPO	Central	MODELO	-
	MARCA	TRAINNER	Presión de diseño	-
	Fuente de alimentación	230V-1Ph-60Hz	Capacidad de enfriamiento	60000 btu
	Compresor	-	Refrigerante	R410A
	Ventilador			-
	Corriente			-
	Corriente mínima del circuito			-

Tabla 95: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.

Fuente: Etiqueta del fabricante

	TIPO	Mini-Split	MODELO	WCHXM-12KCR1
	MARCA	Westinghouse	Presión de diseño	Hi 450Psi Lo 235 Psi
	Fuente de alimentación	230V-1Ph-60Hz	Capacidad de enfriamiento	11700 btu
	Compresor	4.7 RLA	Refrigerante	R410A/1.17 Kg
	Ventilador			0.37 A
	Corriente			8 A
	Corriente mínima del circuito			10 A

Tabla 96: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.

Fuente: Etiqueta del fabricante

	TIPO	Mini-Split	MODELO	WCHXS-18KCR1
	MARCA	Westinghouse	Presión de diseño	Hi 610 Psi Lo 218 Psi
	Fuente de alimentación	230V-1Ph-60Hz	Capacidad de enfriamiento	18000 btu
	Compresor	8.20 RLA	Refrigerante	R410A/640 g
	Ventilador			75 Watts 0.34 A
	Corriente			12 A
	Corriente mínima del circuito			15 A

Tabla 97: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado
Fuente: Etiqueta del fabricante

	TIPO	Mini-Split	MODELO	CCU60-410
	MARCA	ComfortStar	Refrigerante:	R410A
	Fuente de alimentación	230V-1Ph-60Hz	Presión de diseño	4.2/2.5MPa
	Potencia de enfriamiento			15000W
	Potencia de entrada de enfriamiento			6000W
	Potencia nominal de enfriamiento			7500W
	Carga de refrigeración			3.0 Kg

Tabla 98: Especificaciones técnicas del equipo de aire acondicionado.
Fuente: Etiqueta del fabricante

Horario de operación anual se aires acondicionados en el HNCH.

Tipo de equipo	Ubicación	Horario	Operación [h/año]
A/A Mini Split	Oficina de medio ambiente	Promedio de 5 horas diarias 5 días a la semana	783
A/A Mini Split	Atención a víctimas	Promedio de 5 horas diarias 5 días a la semana	783
A/A Mini Split	Consultorio de electrocardiogramas	Promedio de 5 horas diarias 5 días a la semana	783
A/A de ventana	Informática	24 horas los 7 días de la semana(24/7)	8760
A/A Mini Split	Pequeña cirugía	Promedio de 5 horas diarias los 7 días de la semana	1095
A/A Mini Split	Ortopedia	Promedio de 5 horas diarias los 7 días de la semana	1095
A/A central	Máxima Emergencia	24 horas los 7 días de la semana(24/7)	783
A/A central	Observación hombres y mujeres emergencia	20 diarias los 365 días del año	783
A/A Mini Split	Farmacia	20 diarias los 365 días del año	7300
A/A Mini Split	Radiología	24 horas los 7 días de la semana(24/7) los 365 días del año	7300
A/A Mini Split	Laboratorio	24 horas los 7 días de la semana(24/7) los 365 días del año	7300
A/A Mini Split	Bacteriología	24 horas los 7 días de la semana(24/7) los 365 días del año	7300
A/A de ventana	Lavado y esterilización de laboratorio	24 horas los 7 días de la semana(24/7) los 365 días del año	7300
A/A Mini Split	Hematología	24 horas los 7 días de la semana(24/7) los 365 días del año	7300
A/A de ventana	Secretaría de laboratorio	24 horas los 7 días de la semana(24/7) los 365 días del año	7300
A/A central	Procedimientos sépticos	Promedio de 4 horas diarias los 7 días de la semana	1460
A/A central	Sala de parto	Promedio de 4 horas diarias los 7 días de la semana	1460
A/A central	Quirófano 1	Promedio de 4 horas diarias los 7 días de la semana	1460

A/A central	Quirófano 2	Promedio de 4 horas diarias los 7 días de la semana	1460
A/A central	Recuperación post operación	Promedio de 4 horas diarias los 7 días de la semana	1460
A/A central	Pasillo cirugía	Promedio de 12 horas diarias los 7 días de la semana	4380
A/A central	Sala de parto	Promedio de 4 horas diarias los 7 días de la semana	1460
A/A central	Maternidad	Promedio de 4 horas diarias los 7 días de la semana	1460
A/A central	Neonatología	Promedio de 12 horas diarias los 7 días de la semana	4380
A/A central	Neonatología	Promedio de 12 horas diarias los 7 días de la semana	4380
A/A de ventana	Oficina Almacén	Promedio de 8 horas diarias los 7 días de la semana	2928
A/A Mini Split	Almacén Medicamentos	Promedio de 8 horas diarias los 7 días de la semana	2928
A/A central	Esterilización Arsenal Estéril	Promedio de 4 horas diarias los 7 días de la semana	1460
A/A Mini Split	Sec. Dirección	Promedio de 6 horas diarias 5 días de la semana	1044
A/A Mini Split	Dirección	Promedio de 6 horas diarias 5 días de la semana	1044
A/A central	Administración UFI	Promedio de 6 horas diarias 5 días de la semana	1044
A/A central	Administración UFI	Promedio de 6 horas diarias 5 días de la semana	1044
A/A de ventana	Bodega Almacén	Promedio de 8 horas diarias los 365 días del año	2928

Tabla 99: Horas de operación anual de aires acondicionados.

Fuente: Propia.

- **Calculo de BTU**

Para determinar cuántos BTU están proporcionando cada uno de los sistemas de aires se realizó un cálculo mediante el uso de las medidas internacionales de estas unidades Para ello necesita saber algunos datos básicos del ambiente a climatizar y utilizar la planilla utilizada a continuación.

Metros Cuadrados

Medir ancho y largo del ambiente a enfriar y multiplicarlos.

Número De Personas

Número de personas que ocupan el cuarto de forma rutinaria.

Ventanas

Cabe resaltar que este dato se obtiene solo si están expuestas al sol. Multiplicar ancho por altura de cada ventana de ese ambiente al sol. Si no existen ventanas, pasar al siguiente paso.

Equipo Electrónico

Determinar cantidad de Watts generados por los equipos electrónicos (Lámparas, PC, fotocopiadoras, Impresoras, etc.) Si no existen electrodomésticos, pasar al siguiente paso.

Exposición del recinto:

Determinar si las paredes exteriores con abertura están expuestas al sol o paredes que son divisiones con otras áreas no climatizadas se multiplique por el valor indicado Recinto Expuesto al Sol o Expuesto a la sombra.

El cálculo de BTU/H Requeridos se realiza de la siguiente manera:

Recinto numero:		factor				BTU/h
Ítem	Cantidad	Temperatura	exterior	Diseño		Cantidad por factor
	M2 oM3	32	35	39	41	
1. Piso		24	32	35	76	
2. Volumen del Recinto		20				
3. Ventanas hacia el sol		460	480	540	600	
(Usar solo una exposición utilizando la de mayor valor)						
4. Todas las ventanas ni incluidas anteriormente		120	160	220	280	
5. Paredes al sol		120	144	180	200	
6. Paredes exteriores		68	100	140	180	
7. Tabiques (paredes con recintos continuos no acondicionados)		32	44	68	84	
8. Techo			108	140	160	

Cielo falso		32	32	44	44	
Techo		184	212	236	254	
9. Cantidad de personas		600				
10. Equipo eléctrico como luces en W		3				
Carga total de enfriamiento						

Tabla 100: BTU requeridos por recinto.

Fuente: Propia.

Obteniendo los siguientes resultados presentados en la tabla 99.

Tipo de equipo	Ubicación	Operación [h/año]	Capacidad térmica [BTU/h]	Potencia [kW]	Energía al año [kWh]
A/A Mini Split	Oficina de medio Ambiente	783	18000	2,04	1594,97
A/A Mini Split	Atención a víctimas	783	18000	2,04	1594,97
A/A Mini Split	Consultorio de Electrocardiogramas	783	24000	2,02	1579,78
A/A de ventana	Informática	8760	18000	3,20	28032,00
Consumo módulo 1					32801,72
A/A Mini Split	Pequeña cirugía	1095	18000	1,56	1713,13
A/A Mini Split	Ortopedia	1095	17000	1,56	1713,13
A/A central	Máxima Emergencia	783	40000	3,20	2505,60
A/A central	Observación hombres y mujeres	783	40000	3,20	2505,60
A/A Mini Split	Farmacia	7300	28000	2,60	19009,20
A/A Mini Split	Radiología	7300	28000	2,60	19009,20
A/A Mini Split	LABORATORIO	7300	18000	1,40	10220,00
A/A Mini Split	BACTERIOLOGÍA	7300	12000	1,13	8278,20
A/A de ventana	Lavado y esterilización de laboratorio	7300	18000	2,15	15695,00
A/A Mini Split	Hematología	7300	18000	2,08	15184,00
A/A de ventana	Secretaria de laboratorio	7300	18000	2,10	15330,00
Consumo módulo 2					111163,06
A/A central	procedimientos sépticos	1460	48000	3,46	5045,76
A/A central	sala de parto	1460	48000	3,84	5606,40
A/A central	quirófano 1	1460	48000	3,84	5606,40
A/A central	quirófano 2	1460	48000	3,84	5606,40
A/A central	recuperación post operación	1460	60000	3,84	5606,40
A/A central	pasillo cirugía	4380	96000	3,84	16819,20

Consumo módulo 3					44290,56
A/A central	sala de parto	1460	48000	3,46	5045,76
A/A central	Maternidad	1460	48000	3,46	5045,76
A/A central	Neonatología	4380	48000	3,46	15137,28
A/A central	Neonatología	4380	48000	3,46	15137,28
Consumo módulo 4					40366,08
A/A de ventana	Oficina Almacén	2928	24000	3,00	8784,00
A/A Mini Split	Almacén Medicamentos	2928	24000	3,28	9592,13
A/A central	Esterilización Arsenal Estéril	1460	48000	4,03	5886,72
Consumo módulo 6					24262,85
A/A Mini Split	Sec. Dirección	1044	48000	2,00	2088,00
A/A Mini Split	Dirección	1044	48000	2,10	2192,40
A/A central	Administración UFI	1044	24000	2,20	2296,80
A/A central	Administración UFI	1044	24000	2,20	2296,80
A/A de ventana	Bodega Almacén	2928	24000	3,03	8882,69
Consumo módulo 7					21306,29
Consumo total por sistema de climatización mensual					22950,87

Tabla 101: cálculo de la capacidad térmica BTU y energía consumida por el uso de aires acondicionados.

Fuente: Propia.

Análisis del sistema de aire acondicionado

Para poder realizar un análisis de los aires acondicionados hay que determinar su eficiencia. Un equipo de aire acondicionado eficiente consume menos energía, y, por tanto, menos electricidad disminuyendo el gasto mensual en la facturación del servicio.

La eficiencia de un dispositivo se define como el cociente entre la salida deseada del dispositivo y la entrada requerida. Para el caso de un aire acondicionado, la salida deseada es el enfriamiento de aire y la entrada requerida es la potencia eléctrica que requiere para lograrlo. En base a dicho análisis, se define la relación de eficiencia energética de la siguiente manera:

- La Relación de Eficiencia Energética (R.E.E.)

$$REE = \frac{\text{Calor absorbido del aire por el evaporador (Btu/h)}}{\text{Potencia del compresor (Watts)}}$$

La relación de eficiencia energética también es conocida como EER, por sus siglas en inglés (Energy Efficiency Ratio). Este parámetro es fundamental, pues define la eficiencia

energética de un aire acondicionado. Cabe resaltar que entre mayor sea el EER, mayor será su eficiencia energética.

Un detalle interesante con relación a este índice es el hecho que está expresado en dos sistemas de unidades al mismo tiempo, pues el calor es expresado en Btu/h y la potencia en Watts. La razón de esta aparente confusión de unidades se debe a que las unidades típicas del calor en los Estados Unidos es el Btu/h, mientras que las unidades típicas para representar potencia eléctrica son Watts, por tanto, a pesar de la inconsistencia de sistemas de unidades, dichas unidades son las más utilizadas por fabricantes norteamericanos.

Para dar una idea de lo que significa el EER, en términos numéricos, puede notarse lo siguiente:

- Un equipo con EER = 8, consumirá 1.5 kW por cada tonelada de enfriamiento.
- Un equipo con EER = 10, consumirá 1.2 kW

Tipo de equipo	Ubicación	Operación [h/año]	Capacidad térmica [BTU/h]	Potencia [kW]	Consumo	EER
A/A Mini Split	Oficina de medio Ambiente	783	18000	2,04	1594,97	8,8365243
A/A Mini Split	Atención a víctimas	783	18000	2,04	1594,97	8,8365243
A/A Mini Split	Consultorio de Electrocardiogramas	783	24000	2,02	1579,78	11,8953212
A/A de ventana	Informática	8760	18000	3,20	28032,00	5,625
A/A Mini Split	Pequeña cirugía	1095	18000	1,56	1713,13	11,5052733
A/A Mini Split	Ortopedia	1095	17000	1,56	1713,13	10,8660914
A/A central	Máxima Emergencia	783	40000	3,20	2505,60	12,5
A/A central	Observación hombres y mujeres	783	40000	3,20	2505,60	12,5
A/A Mini Split	Farmacia	7300	28000	2,60	19009,20	10,7526882
A/A Mini Split	Radiología	7300	28000	2,60	19009,20	10,7526882
A/A Mini Split	Laboratorio	7300	18000	1,40	10220,00	12,8571429
A/A Mini Split	Bacteriología	7300	12000	1,13	8278,20	10,5820106
A/A de ventana	Lavado y esterilización de laboratorio	7300	18000	2,15	15695,00	8,37209302

A/A Mini Split	Hematología	7300	18000	2,08	15184,00	8,65384615
A/A de ventana	Secretaría de laboratorio	7300	18000	2,10	15330,00	8,57142857
A/A central	Procedimientos sépticos	1460	48000	3,46	5045,76	13,8888889
A/A central	Sala de parto	1460	48000	3,84	5606,40	12,5
A/A central	Quirófano 1	1460	48000	3,84	5606,40	12,5
A/A central	Quirófano 2	1460	48000	3,84	5606,40	12,5
A/A central	Recuperación post operación	1460	60000	3,84	5606,40	15,625
A/A central	Pasillo cirugía	4380	96000	3,84	16819,20	25
A/A central	Sala de parto	1460	48000	3,46	5045,76	13,8888889
A/A central	Maternidad	1460	48000	3,46	5045,76	13,8888889
A/A central	Neonatología	4380	48000	3,46	15137,28	13,8888889
A/A central	Neonatología	4380	48000	3,46	15137,28	13,8888889
A/A de ventana	Oficina Almacén	2928	24000	3,00	8784,00	8
A/A Mini Split	Almacén Medicamentos	2928	24000	3,28	9592,13	7,32600733
A/A central	Esterilización Arsenal Estéril	1460	48000	4,03	5886,72	11,9047619
A/A Mini Split	Sec. Dirección	1044	48000	3,75	3915,00	12,8
A/A Mini Split	Dirección	1044	48000	3,75	3915,00	12,8
A/A central	Administración UFI	1044	24000	2,20	2296,80	10,9090909
A/A central	Administración UFI	1044	24000	2,20	2296,80	10,9090909
A/A de ventana	Bodega Almacén	2928	24000	3,03	8882,69	7,91111877
TOTALES		103745	1137000	94,62	22.950,87	383,2361464

Tabla 102: cálculo de la eficiencia energética.

Fuente: Propia.

Problemas del Sistema de aire acondicionado

Como se puede observar en el apartado anterior existen algunos equipos emplazados en el hospital que son deficientes en cuanto a consumo eléctrico y calor extraído, y esto es producto a básicamente tres situaciones.

1. Equipo muy antiguo sin modificaciones al paso de los años, tal como es el caso de los aires acondicionados tipo ventana.

2. Equipo en malas condiciones probablemente porque no se cuenta con un plan mantenimiento de los sistemas de aire acondicionados.
3. Recintos acondicionados con ventanas que no están herméticas y están expuestas al sol.

Sistema de instalaciones estructurales y otros equipos eléctricos.

Consumo eléctrico por sistema de otros equipos en módulo 1

Área	Equipo	Potencia (watts)	Cantidad	Horas de uso aprox	Consumo en kWh al día
Jef. de enfermería	Ventilador	45	1	2	0,09
	Cafetera	650	1	0,5	0,33
	Microondas	800	1	0,5	0,40
Of. de estadística	Ventilador	48	4	3	0,58
Of. de trabajo social	Ventilador	45	1	2	0,09
	Horno tostador	750	1	0,5	0,38
Atención a víctimas	Oasis	280	1	5	1,40
	Microondas	1000	1	1	1,00
	Cafetera	625	1	0,5	0,31
Of. de informática	Ventilador	45	1	2	0,09
Of. Archivo	Oasis	150	1	5	0,75
	Ventilador	45	1	3	0,14
Consultorio 5	Ventilador	42	1	2	0,08
Vacunación	Ventilador	42	2	2	0,17
	Refrigeradora	105	1	10	1,05
	Freezer	420	1	10	4,20
Total					11,05
Consumo total por mes 331.5 kWh					

Tabla 103: Consumo por otros equipos en módulo 1.

Fuente: Propia.

Consumo eléctrico por sistema de otros equipos en módulo 2

Área	Equipo	Potencia (watts)	Cantidad	Horas de uso aprox	Consumo en kWh al día
Farmacia	Refrigeradora	100	1	10	1,00
	Refrigeradora	185	1	10	1,85
	Ventilador	54	2	4	0,43
Laboratorio	Horno tostador	800	1	2	1,60
	Cafetera	600	1	2	1,20

	Ventilador	56	1	3	0,17
	Cámara refrigerante	250	1	8	2,00
Emergencia	Horno tostador	750	1	2	1,50
	Cocina	1000	1	1,5	1,50
	Cafetera	650	1	2	1,30
				Total	12,55

Tabla 104: Consumo por otros equipos en módulo 2.

Fuente: Propia

Consumo eléctrico por sistema de otros equipos en módulo 4

Área	Equipo	Potencia (watts)	Cantidad	Horas de uso aprox	Consumo en kWh al día
Cuarto alimentos maternidad	Refrigeradora	100	1	10	1,00
	Cafetera	750	1	2	1,50
	Microondas	850	1	2	1,70
	Oasis	256	1	4	1,02
Neonatos	Cocina	2000	1	0,5	1,00
	Microondas	1000	1	0,75	0,75
	Horno tostador	800	1	0,5	0,40
	Oasis	350	1	5	1,75
Banco de leche	Refrigeradora	140	1	8	1,12
Jefatura de pediatría	Cafetera	600	1	0,3	0,18
	Ventilador	45	1	2	0,09
Est. de enfermería pediatría	Ventilador	45	1	3	0,14
Total					10,65
Consumo total por mes 319.5 kWh					

Tabla 105: Consumo por otros equipos en módulo 4

Fuente: Propia.

Consumo eléctrico por sistema de otros equipos en módulo 5

Área	Equipo	Potencia (watts)	Cantidad	Horas de uso aprox	Consumo en kWh al día
Estación enfermería	Oasis	250	1	5	1,25
Área de insumos	Refrigeradora	185	1	8	1,48
	Microondas	800	1	1,5	1,20
	Cocina	1100	1	1,5	1,65
	Cafetera	750	1	1,5	1,13
Total					6,71
Consumo total por mes 201.3 kWh					

Tabla 106: Consumo por otros equipos en módulo 5.

Fuente: Propia

Consumo eléctrico por sistema de otros equipos en módulo 6

Área	Equipo	Potencia (watts)	Cantidad	Horas de uso aprox	Consumo en kWh al día
Almacén de medicamentos	Refrigeradora	100	2	10	2,00
	Refrigeradora	140	2	8	2,24
Ofc. almacén	Cafetera	600	1	0,5	0,30
Taller mantenimiento biomédica	Microonda	850	1	0,5	0,43
	Ventilador	48	1	3	0,14
Lavandería	Horno tostador	750	1	0,5	0,38
	Cocina	1100	1	0,5	0,55
	Cafetera	750	1	0,5	0,38
Cocina	Ventilador	48	2	4	0,38
	Cafetera	750	1	1	0,75
	Freezer	250	1	8	2,00
	Cámara refrigerante	350	1	8	2,80
	Licuada	600	1	0,5	0,30
Total					12,64
Consumo total por mes 379.2 kWh					

Tabla 107: Consumo por otros equipos en módulo 6.

Fuente: Propia.

Para el caso particular de la lavandería se mide el consumo de energía en un ciclo completo de lavado, el cual tiene una duración de 1 hora con 15 minutos, el equivalente a 1,25 de hora como se muestra en la siguiente tabla. Con base en la duración de un ciclo de

lavado y al horario de trabajo de esta área se realizan 6 ciclos por día (David Antonio Guzman, 2012).

Se midió el consumo de energía eléctrica en un ciclo completo de secado, el cual tiene una duración de veinte minutos, el equivalente a 0,33 de hora.

Con base en la duración de un ciclo de lavado y a la capacidad de la lavadora se realizan 7 ciclos por día (David Antonio Guzman, 2012).

Área	Equipo	Potencia (watts)	Cantidad	Horas aprox por ciclo	Nº de ciclos	Consumo en kWh al día
Lavandería	Lavadora	3800	2	1,25	6	57
	Secadora	1100	2	0,33	7	5,1

Tabla 108: Consumo en lavandería, módulo 6.

Fuente: Propia.

Área	Equipo	Potencia (watts)	Cantidad	Horas de uso promedio	Consumo en kWh al día
Lavandería	Plancha de rodillo	1300	1	5	6,5

Tabla 109: Consumo en lavandería, módulo 6.

Fuente: Propia.

Para el caso particular de los cuartos fríos se debe tener en cuenta que estos equipos están conectados las 24 horas, pero se considera solamente su consumo cuando están encendidos que es cuando estos se arrancan, lo cual con base en la información del personal que tiene control de estos, se tiene que permanecen encendidos en promedio durante un tiempo aproximado de 8 horas.

Área	Equipo	Potencia (watts)	Cantidad	Horas de uso promedio	Consumo en kWh al día
Alimentación y dietas	Equipo de cuarto frio A	1839,2	1	8	14,71
	Equipo de cuarto frio B	2024	1	8	16,19
	Equipo de cuarto frio C	2604,8	1	8	20,84

Tabla 110: Consumo en cocina, módulo 6.

Fuente: Propia.

Consumo eléctrico por sistema de otros equipos en módulo 7

Área	Equipo	Potencia (watts)	Cantidad	Horas de uso aprox	Consumo en kWh al día
Dirección	Cafetera	750	1	1	0,75
	Microondas	750	1	1	0,75
	Refrigeradora	105	1	10	1,05
Administración	Horno tostador	810	1	1	0,81
	Cafetera	650	1	1	0,65
Fisioterapia	Refrigeradora	100	1	10	1,00
	Cafetera	550	1	0,5	0,28
Mantenimiento	Ventilador	45	2	2	0,18
	Refrigeradora	145	1	8	1,16
Caseta vigilancia	Cafetera	650	1	1	0,65
	Cocina	1100	1	1	1,10
Cafetín 1	Refrigeradora	240	1	8	1,92
	Cámara refrigerante	350	2	8	5,60
	Cafetera	700	1	2	1,40
	Ventilador	52	1	3	0,16
Cafetín 2	Cámara refrigerante	350	3	8	8,40
Total					25,85
Consumo total por mes 775.5 kWh					

Tabla 111: Consumo por otros equipos en módulo 7.

Fuente: Propia.

Análisis de las instalaciones estructurales y otros equipos.

Este al igual que todos los diagnósticos realizados persigue la identificación de situaciones que favorezcan o generen todo tipo de desperdicio de energía con el objetivo de eliminar tales desperdicios o reducirlos lo más posible. Se han encontrado algunas situaciones que actualmente están ocasionando que se tenga un desperdicio de energía por instalaciones estructurales en el HNCH; lo que representa un problema en el sistema de instalaciones estructurales y otros equipos.

A continuación, se presentan los problemas encontrados en este diagnóstico.

- Ventanas pintadas que obstruyen la entrada de luz natural en Oficina de Medio Ambiente.



Figura 33: Problema de falta de iluminación por ventanas pintadas.

Fuente: Propia.

- Abundante vegetación que obstruye la entrada de luz natural en Fisioterapia.



Figura 34: Problema de falta de iluminación por vegetación que obstruye la entrada de iluminación natural.

Fuente: Propia.

- Equipos como hornos tostadores, microondas y ventiladores encendidos no siendo utilizados. Fue recurrente en muchas áreas encontrar esta situación, descuido por parte de los empleados en cuanto a la utilización de los equipos mencionados; por la naturaleza del desperdicio es muy difícil cuantificarlo, sin embargo, es un tema que debe tratarse en educación al personal en cuanto al ahorro energético.

ANEXO 6: Portafolio de normas de uso para lograr la eficiencia energética

Normas de uso en el sistema de iluminación

- Utilizar en la medida que sea posible el sistema iluminación natural, a manera de: Abrir cortinas, y mover otros objetos que impidan el paso de luz natural a través de ventanas.
- Colocar escritorios y mesas de trabajo en los puntos de mayor iluminación natural.
- Apagar la iluminación de cualquier área al terminar su jornada.
- Advertir a los últimos compañeros en abandonar cualquier área, que no olviden apagar las luces.
- Apagar la iluminación de consultorios y áreas de trabajo al terminar las labores
- Apagar la iluminación de pasillos y sectores vacíos durante la jornada diurna.

Normas de uso en el sistema de equipo ofimático

- Apagar los equipos informáticos cuando no se utilizan en intervalos mayores de 30 minutos, como en descanso por almuerzo o fin de jornada.
- Configurar la computadora para que aplique las técnicas de ahorro energético:
- Configurar en modo de suspender para periodos cortos de 10 a 30 minutos.
- Configurar en modo de hibernar para intervalos mayores de 30 minutos.
- Apague su monitor cuando no lo utilice al hacer paradas cortas, intervalos de 5 a 30 minutos.
- Ajustar el brillo del monitor a un nivel intermedio.
- Imprimir siempre que sea posible, documentos en color negro, escalas de grises o modo de borrador, y en ambos lados de la página.
- Desconecta los equipos ofimáticos (computadora, impresoras, fotocopiadoras y otros) cuando no los utiliza, eliminando así el consumo fantasma.
- Envíe comunicados por correo electrónico como una alternativa a los memorándums.
- Utilizar para el despliegue de ventanas en el sistema operativo colores oscuros.

Normas de uso en el sistema de climatización

- Desconectar el aire acondicionado cuando dentro de los horarios de uso, no haya nadie en la estancia.
- Mantener puertas y ventanas cerradas mientras está funcionando el sistema de climatización.
- Ajustar el sistema de climatización a una temperatura de confort de 24 °C.
- Utilizar ropa cálida, recomendable trabajar sin usar camisas manga larga, ni chaqueta, ni corbata.
- Evitar colocar equipos electrónicos generadores de calor dentro de espacios climatizados. Como refrigeradoras, cafeteras, cocinas, entre otros.
- Si hay ubicados equipos electrónicos dentro de espacios climatizados, apagar éstos cuando no se utilicen, evitando que generen calor innecesario.
- Atender indicaciones de uso del sistema de climatización, provenientes de mantenimiento.
- Si nota un fallo en el aire acondicionado, notificar inmediatamente a la unidad de mantenimiento.
- Cumplir todas las prácticas de este portafolio de normas y compartirlas con la comunidad.

ANEXO 7: Proyecciones de factura eléctrica del servicio

Para poder conocer el pago que el hospital realizara en cuanto a consumo de electricidad en los próximos años es importante conocer que el pago en energía eléctrica depende directamente del consumo de electricidad y de los precios máximos por energía impuestos por la SIGET, y que ambas varían bajo sus propios términos; un aumento en los pagos de factura eléctrica puede producirse por un aumento en el consumo de energía, por un aumento en los precios máximos o por un aumento en ambos; no se puede obtener una buena estimación de éste si no se analiza estas causas. Por tanto, proyectar directamente los pagos de factura podría aumentar el error en la estimación al no saber cuál de los componentes se incrementó, si se pagó más porque se consumió más energía, si se pagó más porque la energía está más cara o se pagó más porque se dieron ambas situaciones, por tanto, se analizan y proyectan el consumo y precios máximos para tener una estimación más cercana a lo real.

- **Proyecciones del consumo de energía en KW**

A continuación, se presentan los pronósticos para el consumo de energía eléctrica del servicio. Se utilizó el método aditivo de Holt-Winters el cual utiliza el suavizado exponencial que a diferencia de muchas técnicas puede adaptarse fácilmente a tendencias o a cambios, así como a patrones estacionales es decir este modelo puede adaptarse a series de tiempo que tienen una tendencia lineal estacional o periódico. Este modelo también utiliza 3 parámetros o constantes: el primero es el alfa (α) que es la constante de atenuación del promedio de los datos, el segundo es la beta (β) que representa la atenuación de la estimación de tendencia y el tercero es gamma (γ) que es la constante de atenuación de la estacionalidad. (Sus valores varían entre 0 y 1)

Para poder determinar el dato de los parámetros que minimicen el valor del error en la estimación se hizo uso del software de Excel con su extensión de SOLVER, que proporciona los valores más óptimos para dicho análisis (variable bajo análisis: consumo de energía en el servicio de energía eléctrica en HNCH)

Las formulas empleadas para realizar este método son las siguientes:

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>MÉTODO DE HOLT- WINTERS</p> </div>	$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$ $T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$
$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L}$	$Y_{t+p}' = (A_t + pT_t)S_{t-L+p}$

Figura 35: Formulas método Holt-Winters.

Fuente: (Urbina, 2013)

Donde:

α: Constante de la atenuación del promedio de los datos (0<α<1)

β: Constante de la atenuación de la estimación de tendencia (0<β<1)

γ: Constante de la atenuación de la estacionalidad (0<γ<1)

A_t: Valor atenuado en el periodo t

T_t: Estimación de la tendencia en el periodo t

S_t: Estimación de la estacionalidad del periodo t

L: Longitud de la estacionalidad

P: Numero de periodos a pronosticar en el futuro

Una de las desventajas de utilizar el método aditivo de Holt-Winters para proyectar las series de tiempo de cualquier variable es que no proporciona los valores iniciales para el nivel, la tendencia y las estacionalidades, pero ofrece la ventaja de buscar los valores de éstas que minimicen el error.

Las proyecciones para los siguientes años se muestran a continuación:

Para las cuales e utilizaron los valores siguientes:

Variable	Valor
L	2
α	0,15
β	0,11
γ	0,7

Tabla 12: Valores de la proyección

Fuente: Propia

• **PROYECCIONES EN CONSUMO DE KW/H.**

MES	PRONÓSTICO					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ene	39,422	33,780	37,264	39,512	40,737	41,665
Feb	34,674	36,025	37,288	39,369	43,450	38,787
Mar	33,846	34,877	36,222	38,749	47,104	37,695
Abr	38,754	33,817	35,826	40,001	44,038	38,804
May	37,076	33,244	36,908	39,686	42,048	38,023
Jun	37,201	33,708	37,636	39,976	42,135	37,881
Jul	35,261	35,577	38,487	39,980	42,956	35,125
Ago	33,719	36,345	38,328	40,395	44,690	34,054
Sep	38,028	36,271	37,902	42,053	42,598	35,971
Oct	36,061	35,077	38,157	49,785	41,344	34,716
Nov	35,971	35,353	38,602	43,464	41,420	34,128
Dic	34,179	36,493	39,855	41,361	41,169	31,586
Total anual	434,192	420,567	452,475	494,331	513,689	438,435

Tabla 113: Proyecciones de consumo de energía

Fuente: Propia.

MES	PRONÓSTICO					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ene	30,960	41,350	28,707	28,282	37,015	30,798
Feb	32,641	62,640	26,512	30,960	34,053	32,170
Mar	31,385	43,240	26,068	34,370	33,205	32,241
Abr	81,030	35,811	27,888	31,152	34,275	44,608
May	58,716	33,143	30,836	30,220	35,689	36,716
Jun	49,288	34,354	27,289	30,962	36,389	33,933
Jul	45,237	44,933	26,259	33,539	33,370	33,817
Ago	44,392	33,506	26,528	36,151	32,527	34,586
Sep	83,015	29,260	28,609	33,278	33,853	52,303
Oct	56,251	28,095	32,463	32,423	34,521	39,594
Nov	45,573	29,601	28,760	33,276	34,412	34,918
Dic	40,989	35,151	27,838	35,364	31,471	33,731
Total anual	599,477	451,084	337,757	389,977	410,78	439,415

Tabla 114: Proyecciones de consumo de energía

Fuente: Propia.

• **PROYECCIONES EN FACTURACIÓN (\$)**

MES	PRONÓSTICO					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ene	\$7784.71	\$7348.38	\$7909.17	\$8170.50	\$8771.21	\$9120.63
Feb	\$7741.50	\$7247.46	\$7859.73	\$8010.48	\$8952.05	\$8923.04
Mar	\$6959.25	\$7962.93	\$7880.88	\$7978.29	\$9121.49	\$9023.73
Abr	\$6459.62	\$7514.00	\$7743.64	\$7848.85	\$8652.06	\$8833.75
May	\$8325.73	\$7379.37	\$7723.60	\$8347.14	\$9507.23	\$9448.75
Jun	\$7459.75	\$7323.87	\$7646.69	\$8270.44	\$9370.18	\$8863.98
Jul	\$7612.00	\$7248.79	\$7829.19	\$8403.90	\$9435.36	\$8784.36
Ago	\$7260.00	\$7819.78	\$7912.75	\$8342.18	\$9278.59	\$8716.16
Sep	\$6850.29	\$7680.57	\$7825.13	\$8424.80	\$8951.59	\$8507.94
Oct	\$8212.03	\$7670.90	\$7738.10	\$8987.30	\$9475.87	\$9325.07
Nov	\$7492.76	\$7545.39	\$7652.35	\$8779.36	\$9442.53	\$8670.55
Dic	\$7592.75	\$7538.37	\$7874.71	\$8855.29	\$9507.59	\$8642.93
Total anual	\$89,750.39	\$90,279.81	\$93,595.94	\$100,418.53	\$110,465.75	\$106,860.89

Tabla 115: Proyecciones de facturación

Fuente: Propia.

MES	PRONÓSTICO					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ene	\$8495.20	\$8893.53	\$8736.72	\$9180.54	\$9954.86	\$9780.09
Feb	\$8399.32	\$8546.09	\$8620.22	\$9328.01	\$9756.49	\$9717.97
Mar	\$9139.25	\$8500.50	\$8676.17	\$9567.02	\$10031.39	\$10206.41
Abr	\$8535.45	\$8379.13	\$8747.68	\$9360.76	\$9952.92	\$9687.85
May	\$8460.59	\$8469.36	\$8877.56	\$9636.92	\$10225.01	\$9600.39
Jun	\$8334.83	\$8780.89	\$8892.23	\$9599.13	\$9934.03	\$9586.10
Jul	\$8320.50	\$8594.71	\$8858.73	\$9744.04	\$9790.82	\$9587.64
Ago	\$8965.76	\$8579.89	\$8883.81	\$9832.14	\$9947.80	\$10084.73
Sep	\$8495.76	\$8478.10	\$8973.07	\$9600.91	\$9846.48	\$9559.78
Oct	\$8432.73	\$8546.89	\$9248.91	\$9957.80	\$10268.81	\$9478.72
Nov	\$8308.30	\$8718.83	\$9183.79	\$9927.87	\$9828.80	\$9430.73
Dic	\$8365.03	\$8660.02	\$9184.51	\$10053.43	\$9732.27	\$9502.99
Total anual	\$102,252.72	\$103,147.94	\$106,883.40	\$115,788.57	\$119,269.68	\$116,223.40

Tabla 116: Proyecciones de facturación

Fuente: Propia.

ANEXO 8: Pagos realizados por el HNCH, y precios del pliego tarifario del servicio contratado, el periodo de 2014-2018

• **Precios máximos para el suministro de energía eléctrica**

Cobro a partir de:	Cargo cobrado	2014	2015	2016	2017	2018
1 de enero	Comercialización (\$/mes)	12.340965	12.551438	12.267412	12.391885	11.194856
	Energía punta (\$/kwh)	0.178704	0.179681	0.135995	0.112080	0.126155
	Energía resto (\$/kwh)	0.181311	0.184507	0.138022	0.112600	0.121481
	Energía valle (\$/kwh)	0.173319	0.176012	0.127851	0.107269	0.118438
	Distribución (\$/ke-mes)	12.051303	12.176678	12.008595	12.082922	12.658776
15 de enero	Comercialización (\$/mes)	12.340965	12.551438	12.267412	12.391885	11.194856
	Energía punta (\$/kWh)	0.176564	0.160587	0.110805	0.125862	0.137067
	Energía resto (\$/kWh)	0.179654	0.163637	0.110585	0.126175	0.126930
	Energía valle (\$/kWh)	0.170767	0.153707	0.104780	0.116575	0.133393
	Distribución (\$/ke-mes)	12.051303	12.176678	12.008595	12.082922	12.658776
15 de abril	Comercialización (\$/mes)	12.340965	12.551438	12.267412	12.391885	11.194856
	Energía punta (\$/kWh)	0.176308	0.126935	0.091659	0.130751	0.140766
	Energía resto (\$/kWh)	0.178966	0.128706	0.091871	0.132465	0.134028
	Energía valle (\$/kWh)	0.175060	0.124727	0.089199	0.128061	0.141483
	Distribución (\$/ke-mes)	12.051303	12.176678	12.008595	12.082922	12.658776
15 de julio	Comercialización (\$/mes)	12.340965	12.551438	12.267412	12.391885	11.194856
	Energía punta (\$/kwh)	0.178010	0.133529	0.103190	0.129214	0.146623
	Energía resto (\$/kwh)	0.182304	0.136530	0.102446	0.126847	0.139672
	Energía valle (\$/kwh)	0.175009	0.131546	0.098081	0.128735	0.142745
	Distribución (\$/ke-mes)	12.051303	12.176678	12.008595	12.082922	12.658776
15 de octubre	Comercialización (\$/mes)	12.340965	12.551438	12.267412	12.391885	11.194856
	Energía punta (\$/kwh)	0.179681	0.135995	0.112080	0.126155	0.161475
	Energía resto (\$/kwh)	0.184507	0.138022	0.112600	0.121481	0.152494
	Energía valle (\$/kwh)	0.176012	0.127851	0.107269	0.118438	0.157483
	Distribución (\$/ke-mes)	12.051303	12.176678	12.008595	12.082922	12.658776

*Tabla 117: Precios máximos para el suministro de energía eléctrica.
Fuente: Superintendencia de electricidad y telecomunicaciones (SIGET).*

- **Consumo de energía y factor de potencia**

Año	Fecha de factura	Días facturados	Demanda (kw)		Energía (kWh)				Factor de potencia
			Máxima mes	Capacidad suministro	Resto	Punta	Valle	Total	
2014	02/01/2014	29	89	89	14,351	4,312	4,159	22,828	0.896
	01/02/2014	30	83	83	15,113	4,413	4,413	23,940	0.905
	03/03/2014	30	95	95	17,907	5,112	4,858	27,877	0.911
	03/04/2014	31	105	105	21,812	5,779	5,556	33,147	0.92
	03/05/2014	30	102	102	18,415	5,493	4,858	28,766	0.91
	03/06/2014	31	108	108	21,527	5,874	5,429	32,830	0.912
	03/07/2014	30	98	98	20,161	5,239	5,017	30,417	0.913
	02/08/2014	30	108	108	20,574	5,429	4,985	30,988	0.911
	02/09/2014	31	105	105	20,638	5,175	4,826	30,639	0.904
	03/10/2014	31	108	108	20,320	5,112	4,636	30,067	0.909
	03/11/2014	31	95	95	18,479	4,699	4,413	27,591	0.905
04/12/2014	31	98	98	18,447	4,509	4,413	27,369	0.911	
2015	03/01/2015	30	86	86	15,081	4,350	4,255	23,686	0.902
	02/02/2015	30	92	92	16,891	4,223	4,159	25,273	0.906
	04/03/2015	30	95	95	18,002	4,350	4,128	26,480	0.907
	02/04/2015	29	102	102	17,971	4,731	4,223	26,924	0.906
	03/05/2015	31	108	108	22,393	6,366	5,505	34,265	0.9
	03/06/2015	31	137	137	26,152	6,620	5,671	38,443	0.923
	03/07/2015	30	130	130	25,495	5,969	5,239	36,703	0.93
	03/08/2015	31	127	127	25,400	5,937	5,271	36,608	0.9
	02/09/2015	30	121	121	23,908	6,001	5,080	34,989	0.9
	03/10/2015	31	121	121	25,432	5,779	5,048	36,259	0.9
	03/11/2015	31	124	124	25,591	6,096	5,493	37,179	0.9
04/12/2015	31	124	124	24,924	5,493	4,953	35,370	0.9	
2016	04/01/2016	31	111	111	21,019	5,366	4,921	31,306	0.925
	03/02/2016	30	114	114	21,463	4,953	4,540	30,956	0.928
	04/03/2016	30	121	121	21,812	4,763	4,413	30,988	0.9
	04/04/2016	31	124	124	23,813	5,969	5,175	34,957	0.924
	05/05/2016	31	124	124	27,242	6,160	5,271	38,672	0.927
	04/06/2016	30	130	130	26,543	6,128	5,461	38,132	0.927
	05/07/2016	31	127	127	25,400	5,429	4,826	35,655	0.922
	04/08/2016	30	133	133	24,479	5,302	4,794	34,576	0.926
	03/09/2016	30	156	156	26,924	5,715	4,953	37,592	0.897
	03/10/2016	30	146	146	26,543	5,334	4,858	36,735	0.831
03/11/2016	31	143	143	27,210	5,461	4,985	37,656	0.848	

	03/12/2016	30	130	130	23,495	5,048	4,858	33,401	0.838
2017	03/01/2017	31	127	127	21,050	5,112	5,017	31,179	0.802
	02/02/2017	30	114	114	21,463	4,826	4,699	30,988	0.785
	04/03/2017	30	124	124	23,463	5,398	5,112	33,973	0.831
	03/04/2017	30	117	117	23,114	5,493	4,731	33,338	0.842
	04/05/2017	31	130	130	24,479	6,541	5,493	36,513	0.91
	03/06/2017	30	140	140	28,512	6,953	6,001	41,466	0.999
	03/07/2017	30	137	137	26,892	6,382	5,842	39,116	0.999
	02/08/2017	30	133	133	28,924	6,604	5,493	41,021	0.999
	01/09/2017	30	140	140	29,051	6,922	5,715	41,688	0.999
	02/10/2017	31	137	137	28,235	6,429	5,813	40,478	0.999
	02/11/2017	31	133	133	27,981	6,566	5,779	40,326	0.999
	03/12/2017	31	117	117	24,587	5,956	5,442	35,985	0.999
2018	03/01/2018	31	117	117	20,638	5,685	5,318	31,642	0.999
	02/02/2018	30	130	130	22,416	5,398	5,175	32,988	0.999
	05/03/2018	31	137	137	28,797	7,017	6,287	42,101	0.999
	04/04/2018	30	146	146	29,432	7,430	6,350	43,212	0.998
	04/05/2018	30	162	162	30,353	7,334	6,636	44,323	0.998
	04/06/2018	31	156	156	31,909	7,303	6,636	45,847	0.997
	04/07/2018	30	149	149	30,385	6,795	6,318	43,498	0.999
	02/08/2018	29	152	152	30,067	6,858	6,255	43,180	0.999
	01/09/2018	30	175	175	32,957	6,763	6,318	46,038	0.998
	01/10/2018	30	162	162	34,830	7,144	6,509	48,482	0.997
	01/11/2018	31	152	152	32,322	6,731	6,318	45,371	0.998
	18/12/2018	47	159	159	32,131	6,922	6,477	45,530	0.998

Tabla 118: Consumo de energía y factor de potencia en HNCH

Fuente: Propia.

- Pagos realizados por el suministro del servicio eléctrico

Año	Fecha de factura	Cargo comercial	Cargo distribución potencia	Energía (KWh)				Factor de potencia	Otros	IVA	Cliente corporativo	Interés por mora	Total
				Resto	Punta	Valle	Total						
2014	02/01/2014	\$12.26	1066.68	\$2,602.00	\$771.64	\$720.88	\$4,094.52	\$0.00	(\$52.83)	\$691.15	\$0.00	\$142.70	\$5,954.48
	01/02/2014	\$12.34	994.84	\$2,725.96	\$783.31	\$758.52	\$4,267.79	\$0.00	(\$48.93)	\$630.31	(\$426.00)	\$0.00	\$5,429.57
	03/03/2014	\$12.34	1147.89	\$3,217.06	\$902.55	\$829.54	\$4,949.15	\$0.00	(\$57.00)	\$745.29	(\$494.00)	\$118.13	\$6,420.88
	03/04/2014	\$12.34	1262.74	\$3,918.66	\$1,020.28	\$948.82	\$5,887.76	\$0.00	(\$66.60)	\$870.10	(\$588.00)	\$118.56	\$7,496.12
	03/05/2014	\$12.34	1224.41	\$3,300.73	\$968.98	\$842.06	\$5,111.77	\$0.00	(\$59.29)	\$768.83	(\$511.00)	\$76.56	\$6,623.44
	03/06/2014	\$12.34	1300.94	\$3,852.51	\$1,035.59	\$950.44	\$5,838.54	\$0.00	(\$90.67)	\$872.99	(\$583.00)	\$147.02	\$7,497.31
	03/07/2014	\$12.34	1186.21	\$3,608.18	\$923.63	\$878.19	\$5,410.00	\$0.00	(\$103.33)	\$800.94	(\$541.00)	\$93.34	\$6,858.50
	02/08/2014	\$12.34	1300.94	\$3,723.25	\$962.77	\$872.48	\$5,558.50	\$0.00	(\$354.34)	\$829.32	(\$555.00)	\$63.11	\$6,854.01
	02/09/2014	\$12.34	1262.74	\$3,762.30	\$921.25	\$844.59	\$5,528.14	\$0.00	(\$62.50)	\$812.59	(\$552.00)	\$0.00	\$7,000.49
	03/10/2014	\$12.34	1300.94	\$3,704.42	\$909.94	\$811.25	\$5,425.61	\$0.00	(\$63.88)	\$834.71	(\$542.00)	\$224.40	\$7,191.56
	03/11/2014	\$12.34	1147.88	\$3,393.65	\$841.28	\$775.07	\$5,010.00	\$0.00	(\$56.97)	\$744.82	(\$501.00)	\$60.11	\$6,417.17
	04/12/2014	\$12.34	1186.21	\$3,403.55	\$810.09	\$776.78	\$4,990.42	\$0.00	(\$57.72)	\$751.94	(\$499.00)	\$94.01	\$6,478.15
2015	03/01/2015	\$12.36	1033.87	\$2,872.60	\$781.57	\$748.84	\$4,313.01	\$0.00	(\$48.95)	\$640.69	(\$431.00)	\$0.00	\$5,519.68
	02/02/2015	\$12.55	1121.23	\$2,905.00	\$710.37	\$676.41	\$4,291.78	\$0.00	(\$51.64)	\$675.60	(\$429.00)	\$200.21	\$5,820.55
	04/03/2015	\$12.55	1159.83	\$2,945.83	\$698.51	\$634.43	\$4,278.77	\$0.00	(\$376.88)	\$658.51	(\$427.00)	\$41.86	\$5,346.77
	02/04/2015	\$12.55	1237.15	\$2,940.64	\$759.70	\$649.07	\$4,349.41	\$0.00	(\$244.18)	\$678.02	(\$435.00)	\$51.15	\$5,649.16
	03/05/2015	\$12.55	1314.57	\$3,210.18	\$897.89	\$753.59	\$4,861.66	\$0.00	(\$57.08)	\$746.17	(\$486.00)	\$37.01	\$6,428.61
	03/06/2015	\$12.55	1662.48	\$3,365.98	\$840.29	\$707.27	\$4,913.54	\$0.00	(\$60.94)	\$796.44	(\$491.00)	\$28.87	\$6,861.58
	03/07/2015	\$12.55	1585.16	\$3,281.39	\$757.68	\$653.41	\$4,692.48	\$0.00	(\$59.20)	\$771.49	(\$469.00)	\$113.32	\$6,646.55
	03/08/2015	\$12.55	1546.44	\$3,390.93	\$777.64	\$679.40	\$4,847.97	\$0.00	(\$59.11)	\$769.92	(\$485.00)	\$0.00	\$6,632.98
	02/09/2015	\$12.55	1469.12	\$3,264.13	\$801.27	\$668.25	\$4,733.65	\$0.00	(\$57.70)	\$754.31	(\$473.00)	\$60.11	\$6,498.67

	03/10/2015	\$12.55	1469.12	\$3,472.20	\$771.60	\$664.08	\$4,907.88	\$0.00	(\$86.16)	\$772.18	(\$491.00)	\$40.68	\$6,625.46
	03/11/2015	\$12.55	1507.84	\$3,517.28	\$823.20	\$710.11	\$5,050.59	\$0.00	(\$73.04)	\$788.61	(\$505.00)	\$0.00	\$6,781.49
	04/12/2015	\$12.55	1507.84	\$3,440.03	\$746.99	\$633.25 b	\$4,820.27	\$0.00	(\$58.27)	\$761.66	(\$482.00)	\$0.00	\$6,562.02
2016	04/01/2016	\$12.53	1351.39	\$2,901.01	\$729.62	\$629.19	\$4,259.92	\$0.00	(\$56.53)	\$731.14	\$0.00	\$0.00	\$6,298.45
	03/02/2016	\$12.27	1372.58	\$2,589.41	\$594.56	\$514.13	\$3,698.10	\$0.00	(\$894.86)	\$554.48	(\$369.00)	\$403.56	\$4,776.32
	04/03/2016	\$12.27	1448.84	\$2,412.11	\$527.71	\$462.42	\$3,402.24	\$0.00	(\$50.27)	\$628.10	(\$340.00)	\$308.14	\$5,409.10
	04/04/2016	\$12.27	1487.02	\$2,633.31	\$661.40	\$542.26	\$3,836.97	\$0.00	(\$50.23)	\$649.03	(\$383.00)	\$39.73	\$5,591.09
	05/05/2016	\$12.26	1487.02	\$2,683.60	\$606.42	\$499.27	\$3,789.29	\$0.00	(\$63.01)	\$643.89	(\$378.00)	\$43.15	\$5,533.67
	04/06/2016	\$12.27	1563.28	\$2,438.53	\$561.66	\$487.12	\$3,487.31	\$0.00	(\$63.43)	\$619.23	(\$348.00)	\$48.70	\$5,318.63
	05/07/2016	\$12.27	1525.09	\$2,333.52	\$497.64	\$430.47	\$3,261.63	\$0.00	(\$60.53)	\$586.42	(\$326.00)	\$37.85	\$5,036.57
	04/08/2016	\$12.27	1601.34	\$2,421.51	\$525.76	\$456.03	\$3,404.30	\$0.00	(\$61.80)	\$608.09	(\$340.00)	\$0.00	\$5,223.77
	03/09/2016	\$12.27	1868.3	\$2,758.26	\$589.73	\$485.80	\$3,833.79	\$0.00	(\$123.18)	\$713.74	(\$383.00)	\$159.13	\$6,080.67
	03/10/2016	\$12.27	1753.86	\$2,719.22	\$550.42	\$476.45	\$3,746.09	\$0.00	(\$67.06)	\$675.82	(\$374.00)	\$60.80	\$5,807.17
	03/11/2016	\$12.27	1715.79	\$2,956.86	\$593.28	\$519.99	\$4,067.13	\$0.00	(\$69.16)	\$700.54	(\$406.00)	\$0.00	\$6,019.85
03/12/2016	\$12.27	1563.28	\$2,645.54	\$565.81	\$521.09	\$3,732.44	\$0.00	(\$65.41)	\$563.37	(\$373.00)	\$166.61	\$5,699.32	
2017	03/01/2017	\$12.28	1525.7	\$2,370.26	\$572.92	\$538.12	\$3,481.30	\$341.17	\$637.77	\$795.57	\$0.00	\$45.27	\$6,839.06
	02/02/2017	\$12.40	1381.08	\$2,591.55	\$580.81	\$530.29	\$3,702.65	\$425.80	(\$414.99)	\$718.03	\$0.00	\$0.00	\$5,824.97
	04/03/2017	\$12.39	1496.23	\$2,960.48	\$679.34	\$595.90	\$4,235.72	\$292.26	(\$74.42)	\$784.93	\$0.00	\$0.00	\$6,747.11
	03/04/2017	\$12.39	1419.5	\$2,916.41	\$691.33	\$551.49	\$4,169.23	\$241.24	(\$74.28)	\$774.45	\$0.00	\$124.39	\$6,656.92
	04/05/2017	\$12.40	1572.96	\$3,183.04	\$842.80	\$678.98	\$4,704.82	\$0.00	(\$79.45)	\$817.82	\$0.00	\$0.00	\$7,028.55
	03/06/2017	\$12.39	1687.98	\$3,776.78	\$909.14	\$768.46	\$5,454.38	\$0.00	(\$87.18)	\$938.28	\$0.00	\$62.08	\$8,067.93
	03/07/2017	\$12.39	1649.68	\$3,562.28	\$834.42	\$748.13	\$5,144.83	\$0.00	(\$99.53)	\$890.49	\$0.00	\$42.29	\$7,640.15
	02/08/2017	\$12.40	1611.25	\$3,733.95	\$857.39	\$705.63	\$5,296.97	\$0.00	(\$102.43)	\$909.43	\$0.00	\$74.19	\$7,801.81
	01/09/2017	\$12.39	1687.98	\$3,685.06	\$894.35	\$735.72	\$5,315.13	\$0.00	(\$106.70)	\$912.11	\$0.00	\$0.00	\$7,820.91

	02/10/2017	\$12.39	1649.68	\$3,581.56	\$830.76	\$748.39	\$5,160.71	\$0.00	(\$90.25)	\$916.27	\$0.00	\$224.76	\$7,873.56
	02/11/2017	\$12.40	1611.26	\$3,462.15	\$836.74	\$709.35	\$5,008.24	\$0.00	(\$169.82)	\$876.21	\$0.00	\$107.30	\$7,445.59
	03/12/2017	\$12.39	1419.5	\$2,986.88	\$751.42	\$644.53	\$4,382.83	\$0.00	(\$72.55)	\$756.03	\$0.00	\$0.00	\$6,498.20
2018	03/01/2018	\$11.31	1423.87	\$2,507.07	\$737.17	\$629.87	\$3,854.31	\$0.00	(\$68.33)	\$697.92	\$0.00	\$77.49	\$5,997.57
	02/02/2018	\$11.20	1647.92	\$2,836.69	\$716.25	\$659.39	\$4,212.34	\$0.00	(\$91.29)	\$797.10	\$0.00	\$259.42	\$6,836.69
	05/03/2018	\$11.19	1728.3	\$3,741.63	\$961.76	\$838.58	\$5,541.97	\$0.00	(\$98.26)	\$951.41	\$0.00	\$36.37	\$8,170.98
	04/04/2018	\$11.19	1848.81	\$3,824.13	\$1,018.34	\$847.05	\$5,689.52	\$0.00	(\$106.19)	\$981.53	\$0.00	\$0.00	\$8,424.86
	04/05/2018	\$11.19	2049.84	\$4,022.55	\$1,022.46	\$919.16	\$5,964.17	\$0.00	(\$119.42)	\$1,068.91	\$0.00	\$196.43	\$9,171.12
	04/06/2018	\$11.19	1969.45	\$4,276.67	\$1,027.94	\$938.85	\$6,243.46	\$0.00	(\$98.19)	\$1,077.63	\$0.00	\$64.70	\$9,268.24
	04/07/2018	\$11.19	1889.07	\$4,072.41	\$956.43	\$893.92	\$5,922.76	\$0.00	(\$93.49)	\$1,024.92	\$0.00	\$60.31	\$8,814.76
	02/08/2018	\$11.20	1929.19	\$4,135.18	\$990.31	\$889.84	\$6,015.33	\$0.00	(\$94.98)	\$1,044.28	\$0.00	\$76.57	\$8,981.59
	01/09/2018	\$11.19	2210.6	\$4,603.10	\$991.57	\$901.90	\$6,496.57	\$0.00	(\$101.84)	\$1,113.47	\$0.00	\$0.00	\$9,749.99
	01/10/2018	\$11.19	2049.84	\$4,864.74	\$1,047.44	\$929.09	\$6,841.27	\$0.00	(\$105.61)	\$1,157.40	\$0.00	\$0.00	\$9,954.09
	01/11/2018	\$11.20	1929.2	\$4,741.67	\$1,041.74	\$952.96	\$6,736.37	\$0.00	(\$148.74)	\$1,128.08	\$0.00	\$0.00	\$9,656.11
	18/12/2018	\$11.19	2009.58	\$4,899.78	\$1,117.65	\$1,020.02	\$7,037.45	\$0.00	(\$107.08)	\$1,177.66	\$0.00	\$0.00	\$10,128.80

Tabla 119: Pagos realizados por el suministro del servicio eléctrico

Fuente: Registros HNCH.

Para calcular el monto de la factura mensual de electricidad se suman los cargos cobrados por la empresa distribuidora de energía, para ello se suman los montos de las columnas de la tabla anterior. Cada cargo es cobrado de acuerdo al pliego tarifario fijado por la SIGET a la empresa distribuidora.

Cargo por comercialización

Es un cobro fijo que es ajustado cada año, por ejemplo: en octubre de 2018 fue de \$11.194856.

Cargo por distribución

Este resulta de multiplicar la potencia máxima suministrada por el costo del respectivo mes. Siguiendo con el ejemplo anterior en octubre de 2018, la potencia máxima suministrada fue (162 kW) por el costo de distribución de dicho mes (\$12.658776), siendo el resultado \$ 2,050.72.

Cargo por energía

El cargo por energía se obtiene multiplicando la energía consumida en cada horario por su respectivo costo, para noviembre de 2018 se tuvo los siguientes consumos de electricidad; resto (32,957 kWh), punta (6,763 kWh) y valle (6,318 kWh), siendo los costos del kWh (\$ 0.139672) en resto, (\$ 0.146623) en punta y (\$ 0.142745) en valle. Los resultados obtenidos son \$ 4,603.17 en resto, \$ 991.61 en punta y \$ 901.86 en valle.

Factor de potencia

Este es un cobro o multa que se efectúa cuando el factor de potencia es inferior a 0.9, las condiciones para llevar a cabo el cobro se explicaron en el capítulo 2

El costo de la factura mensual se obtiene de la suma del cargo de comercialización + cargo por distribución + cargo por energía (resto, punta, valle) + otros cobros + interés por mora + IVA.

El resumen de los pagos y consumo por factura eléctrica se resumen en la tabla siguiente:

- **Resumen de consumo y facturación en HNCH para el periodo 2014-2018**

Resumen de consumo y facturación 2014-2018										
Mes	2014		2015		2016		2017		2018	
	Consumo Kw/h	Facturación								
Enero	22,828	\$5.954,48	23,686	\$5.519,68	31,306	\$6.298,45	37,179	\$6.839,06	45,53	\$10.128,80
Febrero	23,94	\$5.429,57	25,273	\$5.820,55	30,956	\$4.776,32	30,988	\$5.824,97	45,371	\$9.656,11
Marzo	27,877	\$6.420,88	26,48	\$5.346,77	30,988	\$5.409,10	33,973	\$6.747,11	48,482	\$9.954,09
Abril	33,147	\$7.496,12	26,924	\$5.649,16	34,957	\$5.591,09	33,338	\$6.656,92	46,038	\$9.749,99
Mayo	28,766	\$6.623,44	34,265	\$6.428,61	38,672	\$5.533,67	36,513	\$7.028,55	43,18	\$8.981,59
Junio	32,83	\$7.497,31	38,443	\$6.861,58	38,132	\$5.318,63	41,466	\$8.067,93	43,498	\$8.814,76
Julio	30,417	\$6.858,50	36,703	\$6.646,55	35,655	\$5.036,57	39,116	\$7.640,15	45,847	\$9.268,24
Agosto	30,998	\$6.854,01	36,608	\$6.632,98	34,576	\$5.223,77	41,021	\$7.801,81	44,323	\$9.171,12
Septiembre	30,639	\$7.000,49	34,989	\$6.498,67	37,592	\$6.080,67	41,688	\$7.820,91	43,212	\$8.424,86
Octubre	30,067	\$7.191,56	36,259	\$6.625,46	36,735	\$5.807,17	40,478	\$7.873,56	41,201	\$8.170,98
Noviembre	27,591	\$6.417,17	37,179	\$6.781,49	37,656	\$6.019,85	40,326	\$7.445,59	32,988	\$6.836,69
Diciembre	27,369	\$6.478,15	35,37	\$6.562,02	33,401	\$5.699,32	35,985	\$6.498,20	31,642	\$5.997,57
Total	346,469	\$80.221,68	392,179	\$75.373,52	420,626	\$66.794,61	452,071	\$86.244,76	511,312	\$105.154,80

Tabla 120: Resumen de pagos realizados por el suministro del servicio eléctrico

Fuente: Registros HNCH.