



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**Diagnóstico Energético del Hospital General de la
Ciudad de Chetumal**

TESIS
Para obtener el grado de
Ingeniero en Sistemas de Energía

PRESENTA
José Roberto Góngora López
Marco Antonio Báez Sosa

DIRECTOR DE TESIS
M.C. Emmanuel Torres Montalvo

ASESORES
M.E.S. Roberto Acosta Olea
Dr. Fernando Enrique Flores Murrieta



UNIVERSIDAD DE
QUINTANA ROO
SERVICIOS ESCOLARES
TITULACIONES

Chetumal Quintana Roo, México, Junio de 2015



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Trabajo de Tesis elaborado bajo supervisión del Comité de asesoría y
aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGÍA

Comité de Trabajo de Tesis



Director:


M.C. Emmanuel Torres Montalvo

Asesor:


M.E.S. Roberto Acosta Olea

Asesor:

Dr. Fernando Enrique Flores Murrieta

Chetumal, Quintana Roo, México, Junio de 2015

Agradecimientos

Agradezco de todo corazón a mi madre, tal vez nunca me cansaré de darle las gracias, siempre me apoyó cuando más lo necesité, siempre estuvo y está ahí a mi lado, aconsejándome, regañándome, si no fuera por ella tal vez nunca me hubiera preocupado en ser alguien en la vida.

A mi padre que aunque ahora no se encuentre con nosotros sé que hubiera hecho todo lo posible para que yo llegara hasta donde me encuentro ahora.

A mis hermanos Manuel, Mayra y Mario, en general, a todos mis familiares por todo su apoyo.

A mis profesores, Emmanuel Torres Montalvo, Roberto Acosta Olea y Fernando Flores Murrieta, gracias por brindarme siempre su apoyo, en especial a mi director de tesis y tutor, gracias por su paciencia y guía en la realización de esta y además siempre me dio la orientación adecuada a lo largo de mi carrera en la Universidad.

A todos los profesores de la facultad de Ingeniería en Sistemas de Energía de la institución, por sus conocimientos, enseñanzas y amistad brindada a lo largo de mi carrera y formación universitaria.

A todos mis compañeros de la universidad por su compañía y consejos, y muy en especial a mis amigos Aarón, José Roberto y Leiber sobre todo por los momentos inolvidables que pasamos juntos.

Marco Antonio Báez Sosa

Dedicatoria

A mis padres:

Que con esfuerzo, apoyo y confianza brindada han sido la mayor motivación para alcanzar cada meta propuesta.

A mi hermana:

Que ha estado apoyándome en los malos ratos y que siempre ha sido el complemento de la

A mis abuelos:

Quienes depositaron en mí toda la confianza, y siempre estuvieron conmigo cuando más lo necesite.

A mis amigos:

Que siempre me brindaron su apoyo y con quienes compartí experiencias lo largo de toda la carrera.

Y finalmente a todos aquellos:

Quienes de una u otra forma estuvieron ahí brindando su apoyo y contribuyeron para q todo esto fuera posible

Marco Antonio Báez Sosa

Agradecimientos

A mis padres y hermana,

Por haberme brindado toda su confianza, cariño y consejos en todo momento, a las llamadas de atención y a los momentos en los que sin palabras me han dicho todo lo necesario para sobrellevar los buenos y malos ratos. Por su apoyo constante y que en ningún momento me han dejado solo. Son mi ejemplo eterno que todo se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

A mi abuelita Socorro,

Sin el apoyo incondicional y cuidados que siempre me ha tenido no podría llegar a ser quien en este momento soy, logrando concluir mis estudios.

A mis abuelos, Margarita Basto (†), Tomás López (†) y Roque Góngora (†),

Siempre han sido un ejemplo para mí por todo lo que fueron y todo lo que lograron. Los quiero y extraño.

Al M.C. Emmanuel Torres, M.E.S. Roberto Acosta, y el Dr. Fernando Flores,

Todas las gracias por apoyarme en el desarrollo y elaboración de la tesis, por sus consejos, paciencia y guía en la realización de ésta.

A mis profesores,

Por toda la enseñanza brindada, por su amistad y por los consejos que siempre me proporcionaron.

A mis compañeros y amigos,

Muchas gracias por su amistad, por el apoyo constante. Gracias Leiber, Aaron y Marco, gracias Raúl, Luis Javier, René, y muchas gracias a todos aquellos que han sido y serán mis amigos.

José Roberto Góngora López

Resumen

Se presenta el proyecto – diagnóstico de ahorro de energía realizado en el Hospital General de Chetumal. Se narra brevemente las actividades a realizar durante el diagnóstico energético, se describe el panorama de la auditoría a realizar. Es analizada la facturación eléctrica y el tipo de tarifa con la que cuenta el lugar y a su vez se realiza un censo de cargas de los equipos de aire acondicionado, de iluminación y otros equipos instalados. Se presenta un análisis de la iluminación con ayuda del equipo de medición de luminosidad en todas las áreas del Hospital General, mediante el cual se comparan los resultados obtenidos con los niveles permisibles de iluminación indicados en la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPSS-1994 para un óptimo ambiente de trabajo, y posteriormente se indican una serie de propuestas de cambio de luminarias. Debido a que los equipos de aire acondicionado representan más del 50% de la carga eléctrica total instalada y derivado de la inspección realizada en el recorrido, se observó que los equipos instalados están sobredimensionados o son ineficientes comparado con los actuales, y se utilizó la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, *Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales*; así como, la metodología de Miranda (2004) para obtener las ganancias de calor en el interior de las oficinas y determinar la capacidad adecuada de los equipos de aire acondicionado para las diferentes áreas de trabajo, con lo cual fue detectada la mayor área de ahorro energético, en el concepto de aire acondicionado. Por último se realizó una auditoría eléctrica basada en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 y se hace mención del estado en el que se encuentran las instalaciones eléctricas, y las debidas recomendaciones para evitar posibles accidentes o fallas.

ÍNDICE

Agradecimientos	I
Dedicatoria	II
Agradecimientos	III
Resumen	IV
Introducción	1
Justificación	2
Objetivo general	2
Objetivos particulares	2
CAPÍTULO I – Diagnóstico energético.....	3
<i>Antecedentes</i>	<i>3</i>
<i>Conceptos técnicos.....</i>	<i>5</i>
CAPÍTULO II – Facturación eléctrica y censo de cargas.....	7
<i>Análisis de la facturación eléctrica.....</i>	<i>7</i>
<i>Censo de cargas.....</i>	<i>35</i>
CAPÍTULO III – Análisis del sistema de iluminación.....	57
<i>Conceptos generales de iluminación.....</i>	<i>57</i>
<i>Censo de cargas de iluminación</i>	<i>59</i>
<i>Nivel de luminosidad.....</i>	<i>60</i>
<i>Conclusiones.....</i>	<i>65</i>
CAPÍTULO IV – Balance energético y sistemas de aire acondicionado	70
<i>Métodos de cálculo de cargas térmicas</i>	<i>70</i>
<i>Métodos más empleados</i>	<i>73</i>
<i>Localización.....</i>	<i>76</i>
<i>Determinación del balance energético</i>	<i>78</i>
<i>Ganancia de calor por radiación.....</i>	<i>93</i>
<i>Cálculos de los componentes que generan ganancias de calor en la farmacia</i>	<i>100</i>
<i>Conclusiones.....</i>	<i>101</i>
CAPÍTULO V – Auditoría eléctrica	109

<i>Instalación Eléctrica</i>	109
<i>Auditoría</i>	116
Conclusiones	127
<i>Sistemas de iluminación</i>	127
<i>Sistemas de aire acondicionado</i>	128
<i>Auditoría eléctrica</i>	128
Bibliografía	130
Apéndices	132
<i>Apéndice A – Tablas de ganancia de calor por conducción</i>	132
<i>Apéndice B – Tabla de ganancia de calor por radiación</i>	142
<i>Apéndice C – Tabla de ganancia de calor sensible por infiltración</i>	146
<i>Apéndice D – Tabla de ganancia de calor latente por infiltración</i>	149
<i>Apéndice E – Tablas de ganancia de calor sensible por usuarios</i>	152
<i>Apéndice F – Tablas de ganancia de calor latente por usuarios</i>	155
<i>Apéndice G – Tablas de ganancia de calor por iluminación</i>	158
<i>Apéndice H – Tabla de ganancia de calor por máquinas</i>	161
<i>Apéndice I – Tabla de ganancia de calor sensible por ventilación</i>	165
<i>Apéndice J – Tabla de ganancia de calor por radiación</i>	168
<i>Apéndice K – Especificaciones de aires acondicionados</i>	171
<i>Apéndice L – Especificaciones de luminarias</i>	173
<i>Apéndice M – Carta Psicrométrica</i>	179
<i>Apéndice M – Datos climatológicos de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo</i>	180

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Antigua fachada del Hospital General de la ciudad de Chetumal (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2014).</i>	3
<i>Figura 2 – Fachada actual del Hospital General de la ciudad de Chetumal (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2014).</i>	3
<i>Figura 3 – Fachada actual del Hospital General de la ciudad de Chetumal (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2014).</i>	4
<i>Figura 4 – Entrada al área de urgencias del Hospital General de la ciudad de Chetumal (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2014).</i>	4
<i>Figura 5 – Ejemplo de Recibo de Energía (CFE, 2014).</i>	7
<i>Figura 6 – Consumo de energía base, intermedio y punta durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	19
<i>Figura 7 – Consumo de energía durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	20
<i>Figura 8 – Demandas base, intermedio y punta durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	22
<i>Figura 9 – Demanda facturable durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	23
<i>Figura 10 – Factor de potencia durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	25
<i>Figura 11 – Facturación total (Elaboración propia, 2014).</i>	26
<i>Figura 12 – Facturación total en mayo de 2013 (Elaboración propia, 2014).</i>	27
<i>Figura 13 – Facturación total en junio de 2013 (Elaboración propia, 2014).</i>	27
<i>Figura 14 – Facturación total en julio de 2013 (Elaboración propia, 2014).</i>	28
<i>Figura 15 – Facturación total en agosto de 2013 (Elaboración propia, 2014).</i>	28
<i>Figura 16 – Facturación total en septiembre de 2013 (Elaboración propia, 2014).</i>	29
<i>Figura 17 – Facturación total en octubre de 2013 (Elaboración propia, 2014).</i>	29
<i>Figura 18 – Facturación total en noviembre de 2013 (Elaboración propia, 2014).</i>	30
<i>Figura 19 – Facturación total en diciembre de 2013 (Elaboración propia, 2014).</i>	30
<i>Figura 20 – Facturación total en enero de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	31
<i>Figura 21 – Facturación total en febrero de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	31
<i>Figura 22 – Facturación total en marzo de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	32
<i>Figura 23 – Facturación total en abril de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	32
<i>Figura 24 – Facturación total en mayo de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	33
<i>Figura 25 – Facturación total en junio de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	33
<i>Figura 26 – Facturación total en julio de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	34
<i>Figura 27 – Facturación total en agosto de 2014 (Elaboración propia, 2014).</i>	34
<i>Figura 28 – Porcentaje de cargas conectadas en el Hospital General (Elaboración propia, 2014).</i>	56
<i>Figura 29 – Porcentaje de consumo de los aires acondicionados en edificios (Aragón, 2014).</i>	71
<i>Figura 30 – Porcentaje de consumo eléctrico a nivel nacional en el 2009 en un hogar promedio que cuenta con climatización (Aragón, 2014).</i>	71
<i>Figura 31 – Cargas térmicas a considerarse en verano (Aragón, 2014).</i>	73
<i>Figura 32 – Comparación de la precisión y complejidad de los métodos más empleados (Aragón, 2014).</i>	74
<i>Figura 33 – Componentes de muros en el Hospital General (Merlín, 2013).</i>	77
<i>Figura 34 – Componentes del techo del Hospital General (Merlín, 2013).</i>	78
<i>Figura 35 – Orientación de las paredes (NOM-008-ENER-2001)</i>	81
<i>Figura 36 – Acometida desde el frente y la lateral (Góngora, 2014).</i>	110
<i>Figura 37 – Banco de capacitores (Báez, 2014).</i>	111
<i>Figura 38 – Transformador principal del Hospital General (Góngora, 2014).</i>	111
<i>Figura 39 – Placa de datos del transformador principal (Góngora, 2014).</i>	112
<i>Figura 40 – Transformador secundario del Hospital General (Góngora, 2014).</i>	113

<i>Figura 41 – Planta de emergencia del Hospital General (Báez, 2014).</i>	113
<i>Figura 42 – Placa de datos de la planta de emergencia (Báez, 2014).</i>	113
<i>Figura 43 – Tablero principal (Góngora, 2014).</i>	114
<i>Figura 44 – Tablero de emergencia (Góngora, 2014).</i>	114
<i>Figura 45 – Tablero del área de lavandería: Interruptores trifásicos (Báez, 2014).</i>	115
<i>Figura 46 – Tablero del área de lavandería: Parte inferior (Báez, 2014).</i>	115
<i>Figura 47 – Tablero del área de cocina: Interruptores monofásicos y bifásicos (Báez, 2014).</i>	116
<i>Figura 48 – Aire acondicionado en posición tal que impide ventilación para disipar el calor (Báez, 2014).</i>	117
<i>Figura 49 – (A) Conductores sin identificar, (B) Registro sin tapa, (C) Canalización incorrecta para intemperie (Báez, 2014).</i>	117
<i>Figura 50 – (A) Conductores sin identificar, (B) Registro sin tapa, (C) Canalización incorrecta para intemperie, (D) Falta de monitor y contramonitor en la caja de conexiones (Góngora, 2014).</i>	118
<i>Figura 51 – (A) Conductores sin identificar, (B) Centros de Carga sin tapa, (C) Canalización incorrecta o falta de ella, (D) Falta de monitor y contramonitor en la caja de conexiones (Góngora, 2014).</i>	119
<i>Figura 52 – (A) Conductores sin identificar, (B) Centros de Carga sin tapa, (C) Canalización incorrecta o falta de ella (Báez, 2014).</i>	120
<i>Figura 53 – (A) Falta de continuidad de la canalización, (B) Registros sin tapa (Góngora, 2014).</i>	122
<i>Figura 54 – (A) Instalación insegura, (B) Centro de carga sin tapa, (C) Falta de monitor y contramonitor en la caja de conexiones (Báez, 2014).</i>	123
<i>Figura 55 – Falta de canalización adecuada, conductores expuestos a la intemperie salitre (Góngora, 2014).</i>	124
<i>Figura 56 – (A) Conductores sin identificar, (B) Falta de sistema de tierra, (C) Polvo y salitre (Góngora, 2014).</i>	125
<i>Figura 57 – Minisplit Mirage Magnum 13 110V 1ton (Mirage, 2014).</i>	171
<i>Figura 58 – Minisplit Mirage Magnum 13 220V 1.5ton (Mirage, 2014).</i>	171
<i>Figura 59 –Especificaciones Minisplit Mirage (Mirage, 2014).</i>	172
<i>Figura 60 – Luminaria Philips 23W (Philips México, 2014).</i>	173
<i>Figura 61 – Precio luminaria Philips mini twister 23W (Home Depot México, 2014).</i>	173
<i>Figura 62 – Información técnica de luminarias Philips mini twist (Philips México, 2014).</i>	174
<i>Figura 63 – Equivalencias de luminarias Philips mini twist a incandescentes y dimensiones (Philips México, 2014).</i>	174
<i>Figura 64 – Ahorro de energía de luminarias Philips mini twist (Philips México, 2014).</i>	175
<i>Figura 65 – Luminaria GE 14W (GE México, 2014).</i>	175
<i>Figura 66 – Precio luminaria GE 14W (Sam's Club México, 2014).</i>	175
<i>Figura 67 – Características generales y características lumínicas de luminarias GE 14W (GE México, 2014).</i>	176
<i>Figura 68 – Características eléctricas y dimensiones de luminarias GE 14W (GE México, 2014).</i>	176
<i>Figura 69 – Luminaria LICHT LIGHTNING T5 14W y T8 32W (ALCODM, 2014).</i>	177
<i>Figura 70 – Precio kit de iluminación ALCODM T5 3x14W código 1K-KTRF314/65 (ALCODM, 2014).</i>	177
<i>Figura 71 – Características técnicas y dimensiones de luminarias GE 14W LICHT LIGHTNING T5 14W (ALCODM, 2014).</i>	177
<i>Figura 72 – Precio kit de iluminación ALCODM T8 2x32W código 1K-KGSB232AC/41U (ALCODM, 2014).</i>	178
<i>Figura 73 – Características técnicas y dimensiones de luminarias GE 14W LICHT LIGHTNING T8 32W (ALCODM, 2014).</i>	178

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Tarifas aplicables en el mes de diciembre de 2014 (CFE, 2014).	14
Tabla 2 – Cuotas mensuales en el análisis de facturación eléctrica (CFE 2014).	15
Tabla 3 – Facturación eléctrica del periodo abril 2013 a agosto 2014 – Energía (CFE, 2014).	16
Tabla 4 – Facturación eléctrica del periodo abril 2013 a agosto 2014 – Demanda (CFE, 2014).	16
Tabla 5 – Facturación eléctrica del periodo abril 2013 a agosto 2014 – Factor de potencia y factor de carga (CFE, 2014).	17
Tabla 6 – Facturación eléctrica del periodo abril 2013 a agosto 2014 (CFE, 2014).	18
Tabla 7 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Primera parte (Elaboración propia, 2014).	35
Tabla 8 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Segunda parte (Elaboración propia, 2014).	36
Tabla 9 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Tercera parte (Elaboración propia, 2014).	37
Tabla 10 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Cuarta parte (Elaboración propia, 2014).	38
Tabla 11 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Quinta parte (Elaboración propia, 2014).	39
Tabla 12 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Sexta parte (Elaboración propia, 2014).	40
Tabla 13 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Séptima parte (Elaboración propia, 2014).	41
Tabla 14 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Octava parte (Elaboración propia, 2014).	42
Tabla 15 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Primera parte (Elaboración propia, 2014).	43
Tabla 16 – Censo de Cargas del sistema de iluminación – Segunda parte (Elaboración propia, 2014).	44
Tabla 17 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Tercera parte (Elaboración propia, 2014).	45
Tabla 18 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Cuarta parte (Elaboración propia, 2014).	46
Tabla 19 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Quinta parte (Elaboración propia, 2014).	47
Tabla 20 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Sexta parte (Elaboración propia, 2014).	48
Tabla 21 – Censo de cargas de aire acondicionado – Primera parte (Elaboración propia, 2014).	49
Tabla 22 – Censo de cargas de aire acondicionado – Segunda parte (Elaboración propia, 2014).	50
Tabla 23 – Censo de cargas de aire acondicionado – Tercera parte (Elaboración propia, 2014).	51
Tabla 24 – Censo de cargas de aire acondicionado – Cuarta parte (Elaboración propia, 2014).	52
Tabla 25 – Censo de cargas de aire acondicionado – Quinta parte (Elaboración propia, 2014).	53
Tabla 26 – Censo de cargas de aire acondicionado – Sexta parte (Elaboración propia, 2014).	54
Tabla 27 – Censo de cargas de aire acondicionado – Séptima parte (Elaboración propia, 2014).	55
Tabla 28 – Distribución de cargas instaladas (Elaboración propia, 2014).	55
Tabla 29 – Total de carga instalada (Elaboración propia, 2014).	55
Tabla 30 – Sistema de iluminación actual (Elaboración propia, 2014).	59
Tabla 31 – Niveles mínimos de iluminación de acuerdo al área de trabajo (NOM-025-STPSS-2008).	61
Tabla 32 – Niveles mínimos de iluminación (NOM-025-STPSS-1994).	62
Tabla 33 – Primera propuesta de cambio en el sistema de iluminación (Elaboración propia, 2014).	65
Tabla 34 – Demanda obtenida con el cambio de la primera propuesta (Elaboración propia, 2014).	66
Tabla 35 – Inversión en el sistema de iluminación con la primera propuesta (Elaboración propia, 2014).	66
Tabla 36 – Segunda propuesta de cambio en el sistema de iluminación (Elaboración propia, 2014).	66
Tabla 37 – Demanda obtenida con el cambio de la segunda propuesta (Elaboración propia, 2014).	67
Tabla 38 – Inversión en el sistema de iluminación con la segunda propuesta (Elaboración propia, 2014).	67
Tabla 39 – Cargos de energía y demanda en el mes de noviembre de 2014 (Elaboración propia, 2014).	68
Tabla 40 – Potencia ahorrada con el uso del sistema de iluminación de la primera propuesta (Elaboración propia, 2014).	68
Tabla 41 – Tiempo de recuperación con base a la primera propuesta (Elaboración propia, 2014).	68
Tabla 42 – Potencia ahorrada con el uso del sistema de iluminación de la segunda propuesta (Elaboración propia, 2014).	69
Tabla 43 – Tiempo de recuperación con base a la segunda propuesta (Elaboración propia, 2014).	69
Tabla 44 – Materiales de la estructura del Hospital General con su longitud y conductividad térmica en W/m*K (Merlín, 2013).	77

<i>Tabla 45 – Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m³/h), por persona y por puerta (Miranda, 2004).</i>	83
<i>Tabla 46 – Calor emitido por las personas en Watts (W) (Miranda, 2004).</i>	84
<i>Tabla 47 – Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m³/h), por persona y por puerta. Ventilación mínima y ocupación máxima estimada en diversos locales (ASHRAE 62).</i>	85
<i>Tabla 48 – Condiciones de las humedades relativas del Hospital General con la recomendada para el confort térmico (Elaboración propia, 2014).</i>	87
<i>Tabla 49 – Condiciones de las humedades absolutas del Hospital General con la recomendada para el confort térmico obtenidas de la carta psicrométrica (Elaboración propia, 2014).</i>	87
<i>Tabla 50 – Datos para techo de la farmacia (Elaboración propia, 2014).</i>	89
<i>Tabla 51 – Información de los materiales de diseño del techo de farmacia (Merlín, 2013).</i>	89
<i>Tabla 52 – Datos para muro de la farmacia en orientación oeste (Norma ENER-008-2001).</i>	91
<i>Tabla 53 – Información de los materiales de diseño del muro de farmacia (Merlín, 2013).</i>	91
<i>Tabla 54 – Información de los materiales de diseño de la ventana de farmacia (Merlín, 2013).</i>	92
<i>Tabla 55 – Información de la ventana de la farmacia (Elaboración propia, 2014).</i>	93
<i>Tabla 56 – Temperatura exterior e interior en la farmacia del Hospital General así como el caudal recomendado para el cálculo de las infiltraciones por Miranda, A.L. (2004) (Elaboración propia, 2014).</i>	94
<i>Tabla 57 – Temperatura y humedad exterior e interior en la farmacia del Hospital General así como el caudal recomendado para el cálculo de las infiltraciones por Miranda, A.L. (2004) (Elaboración propia, 2014).</i>	95
<i>Tabla 58 – Datos obtenidos de la carta psicrométrica (Elaboración propia, 2014).</i>	95
<i>Tabla 59 – Información para el cálculo de la ganancia de calor por alumbrado (Elaboración propia, 2014).</i>	97
<i>Tabla 60 – Información para el cálculo de la ganancia de calor por persona (Elaboración propia, 2014).</i>	98
<i>Tabla 61 – Información para el cálculo de la ganancia de calor por equipos (Elaboración propia, 2014).</i>	99
<i>Tabla 62 – Resumen de los cálculos de los componentes que generan ganancias de calor en la farmacia (Elaboración propia, 2014).</i>	100
<i>Tabla 63 – Btu/h calculados vs Btu/propuestos en la oficina de gerencia mostrando las temperaturas y humedades en la farmacia (Elaboración propia, 2014).</i>	100
<i>Tabla 64– Resultado de los cálculos de las ganancias de calor (Elaboración propia, 2014).</i>	101
<i>Tabla 65 – Resumen de ganancias totales de calor instalados, propuestos y sobredimensionamiento (Elaboración propia, 2014).</i>	103
<i>Tabla 66 – Equipos sugeridos, así como el cálculo del ahorro de energía y en la facturación eléctrica (Elaboración propia, 2014).</i>	106
<i>Tabla 67 – Inversión que se debe realizar para adquirir los equipos de aire acondicionado recomendados (Elaboración propia, 2014).</i>	107
<i>Tabla 68 – Ahorro en la facturación derivado del cambio de equipos (Elaboración propia, 2014).</i>	108

Introducción

La energía eléctrica permite que la vida sea más fácil, gracias a ella las industrias funcionan, poder realizar actividades durante la noche, prender la computadora, tener refresco helado en verano y muchas otras cosas más, por lo que es necesario ahorrar electricidad ya que ahorrando ésta, se ahorra petróleo y divisas las cuales se pueden invertir en otras ramas de la economía, la educación, la investigación o la cultura y además se cuida al medio ambiente evitando emisiones de gases de efecto invernadero.

A partir de 1980, el consumo de energía en el mundo se ha incrementado 45%. Para el año 2030, se estima que aumentará 70% y que las economías emergentes eleven su demanda de electricidad 60% generando así 47% del total de CO₂. Hoy en día, tan sólo en América Latina, los países México y Brasil son responsables del 60% de las emisiones de gases de efecto invernadero (*Merlín, 2013*). En edificios con sistemas de aire acondicionado y climatización, más de 80% de la energía utilizada se destina a equipos, y de ellos, la mayor parte corresponde al funcionamiento de compresores (*López, 2010*). La eficiencia energética en este segmento no ha sido debidamente atendida, simplemente con soluciones de control de aire acondicionado se pueden generar ahorros de hasta 40% de la energía consumida (*Compresión scroll, 2010*).

En México, con la finalidad de preservar y hacer uso racional de los recursos energéticos, se elaboró bajo la coordinación del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) con el apoyo del Instituto de Investigaciones Eléctricas y con la colaboración de diferentes organismos y empresas, la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 “Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales”, la cual tiene como objetivo limitar las ganancias de calor en las edificaciones a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de energía eléctrica en los sistemas de enfriamiento (*Aragón, 2014*).

Justificación

Este proyecto responde a una necesidad del Hospital General por reducir el consumo de energía eléctrica y propicia la vinculación entre la Universidad de Quintana Roo y el sector gubernamental. También fomenta acciones para eficientar y promover el uso eficiente de la energía, así como su impacto benéfico, además de servir como promoción de las habilidades y capacidades de los estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Energía en la solución de problemas reales.

Objetivo general

Elaborar una propuesta para el ahorro de energía en las instalaciones del Hospital General de Chetumal, con la finalidad de reducir el consumo de la energía eléctrica que sea técnica y económicamente viables.

Objetivos particulares

1. Ubicar equipos antiguos o ineficientes (iluminación y aire acondicionado, etcétera.) que deben ser sustituidos por equipos de alta eficiencia y de capacidad adecuada mediante la realización de una auditoría energética a las instalaciones eléctricas con base a la NOM-001-SEDE-2005 y mediante la metodología de balance térmico con base a la NOM-008-ENER-2001.
2. Determinar oportunidades de ahorro de energía mediante la optimización del factor de potencia.

CAPÍTULO I – Diagnóstico energético

Antecedentes

El Hospital General se encuentra ubicado en la Avenida Andrés Quintana Roo esquina Isla Cancún, en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. Su misión es contribuir a un desarrollo humano justo incluyente y sustentable, mediante la promoción de la salud como objetivo social compartido y el acceso universal a servicios integrales y de alta calidad que satisfagan las necesidades y respondan a las expectativas de la población.



Figura 1 –Antigua fachada del Hospital General de la ciudad de Chetumal (*Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2014*).



Figura 2 – Fachada actual del Hospital General de la ciudad de Chetumal (*Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2014*).



Figura 3 – Fachada actual del Hospital General de la ciudad de Chetumal (*Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2014*).



Figura 4 – Entrada al área de urgencias del Hospital General de la ciudad de Chetumal (*Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2014*).

Conceptos técnicos

Auditoría energética

Una auditoría energética es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía dinámica del sistema bajo estudio. Normalmente una auditoría energética se lleva a cabo para buscar oportunidades para reducir la cantidad de energía de entrada en el sistema sin afectar negativamente la salida.

Cuando el objeto de estudio es un edificio ocupado se busca reducir el consumo de energía, manteniendo y mejorando al mismo tiempo el confort higrotérmico, la salubridad y la seguridad. Más allá de la simple identificación de las fuentes de energía, una auditoría energética tiene por objeto dar prioridad a los usos energéticos de acuerdo con el mayor a menor costo efectivo de oportunidades para el ahorro de energía.

Las auditorías energéticas han permitido reducir la demanda de energía cada día más costosa, los gastos y avanzar hacia un desarrollo sustentable. Esto ha hecho que las auditorías energéticas sean cada vez más populares.

Tipos de auditoría de energía

El término auditoría energética es comúnmente utilizado para describir un amplio espectro de estudios energéticos que van desde un rápido paseo a través de un procedimiento para identificar los principales problemas; a un análisis exhaustivo de las implicaciones de otras medidas de eficiencia energética suficientes para satisfacer los criterios financieros solicitados por los inversores. La única manera de garantizar que una propuesta de auditoría que satisfaga las necesidades específicas es precisar los requisitos detallados en un ámbito de trabajo. Tomando el tiempo para preparar una solicitud formal también aseguran al propietario del edificio que reciben competitiva y comparable propuestas.

Preliminar de auditoría

El anteproyecto de auditoría es el más simple y más rápido tipo de auditoría. Se trata de una breve reseña de instalación de facturas de servicios públicos y otros datos de explotación, y una caminata a través de la instalación para familiarizarse con la construcción y operación para identificar cualquier zona de desperdicio de energía o de ineficiencia.

Sólo las principales áreas problemáticas se descubren durante este tipo de auditoría. Las medidas correctivas se describen brevemente, y rápida aplicación de estimaciones de costos, el potencial de ahorro de los costos de explotación, simple y períodos de amortización. Este nivel de detalle, aunque no suficiente para llegar a una decisión final sobre la ejecución de un proyecto de medidas, es suficiente para dar prioridad a proyectos de eficiencia energética y para determinar la necesidad de una auditoría más detallada.

Auditoría general

La auditoría general se expande sobre el anteproyecto de auditoría descrito anteriormente mediante la recopilación de información más detallada sobre la instalación y operación al realizar una evaluación más detallada de medidas de conservación de energía. Facturas de servicios públicos se recogen por 12 a 36 meses para permitir que el auditor pueda evaluar la instalación, la demanda de energía y las tasas de uso según perfiles de energía. Si se dispone de datos, los perfiles detallados de energía que esos datos hacen posible, se tratará de analizar los signos de derroche energético. Adicionales específicos de medición de la energía que consumen los sistemas se realiza a menudo para completar los datos de utilidad.

Este tipo de auditoría será capaz de identificar toda la energía de las medidas de conservación adecuadas para la instalación, habida cuenta de sus parámetros de funcionamiento. Un detallado análisis financiero se realiza para cada una de las medidas basadas en la aplicación detallada las estimaciones de costos, sitio específico de ahorro de costos de explotación, y el cliente la inversión de criterios.

CAPÍTULO II – Facturación eléctrica y censo de cargas

Análisis de la facturación eléctrica

Una factura es un documento mercantil que refleja toda la información de una operación por lo que en este caso es del consumo de la energía eléctrica lo cual al analizarla nos permite conocer los principales cargos que son incluidos en esta así como conocer el tipo de tarifa que cuenta el hospital general; permitiéndonos conocer el grado de eficiencia con el que se hace uso de la energía, de igual manera indicará si lo que está contratado es acorde con lo facturado y esto permitirá la posibilidad de hacer alguna modificación en el contrato con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), así como se podrá identificar y dar solución aquellas fallas con las que cuenta el sistema y de esta manera hacer un mejor uso, reflejándose en el importe de la facturación.

Estructura de la factura eléctrica

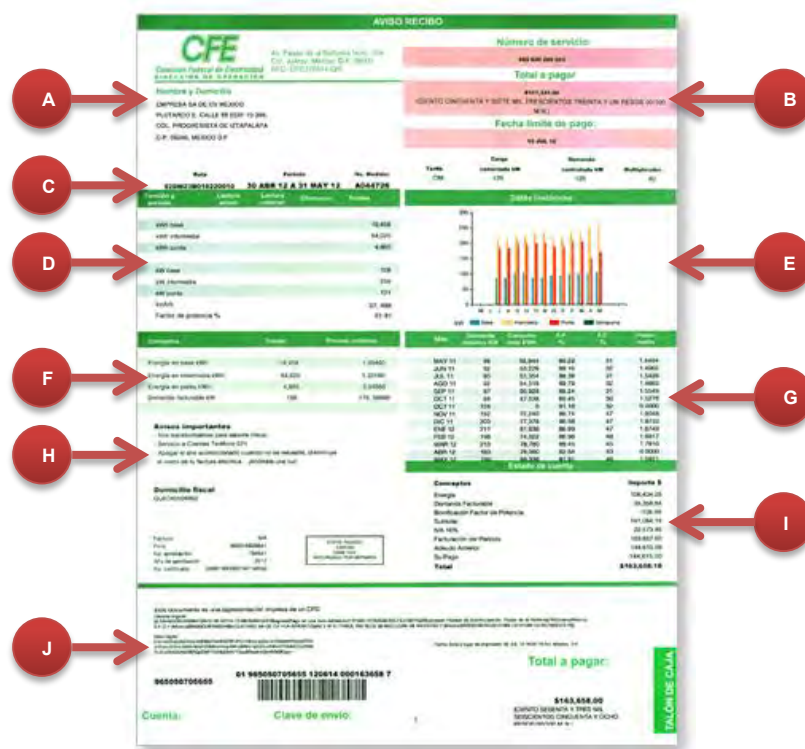


Figura 5 – Ejemplo de Recibo de Energía (CFE, 2014).

A – Datos generales del servicio



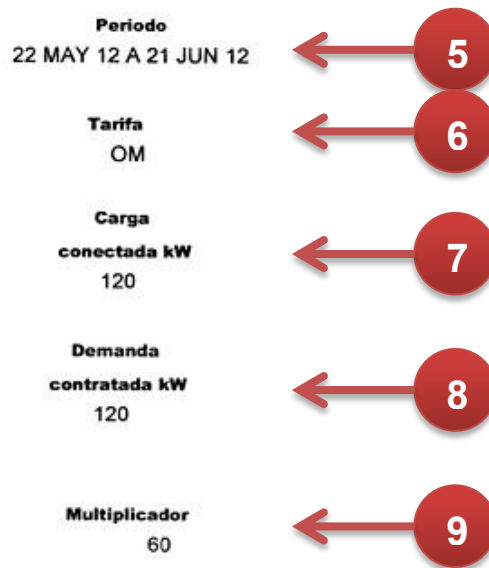
1. **Nombre y domicilio.** Nombre o razón social, dirección, población y entidad federativa donde se proporciona el servicio.

B – Información de pagos y fechas



2. **Número de servicio.** Permite localizar el servicio en el sistema de CFE.
3. **Total a pagar.** Importe total a cubrir.
4. **Fecha límite de pago.** Último día para cubrir el monto a pagar.

C – Periodo, tarifa, carga, demanda y multiplicador



5. **Periodo.** Fecha inicial y final del periodo de facturación.
6. **Tarifa.** Identificación de la tarifa aplicada.
7. **Carga conectada kW.** Suma de todas las potencias existentes en la empresa.
8. **Demanda contratada kW.** Valor fijado por el usuario, el cual no será menor al 60% de la carga total conectada, ni menor a 10kW o la capacidad del mayor motor o aparato instalado.
9. **Multiplicador.** Constante por la cual se debe multiplicar la diferencia de lecturas para obtener el consumo de energía eléctrica.

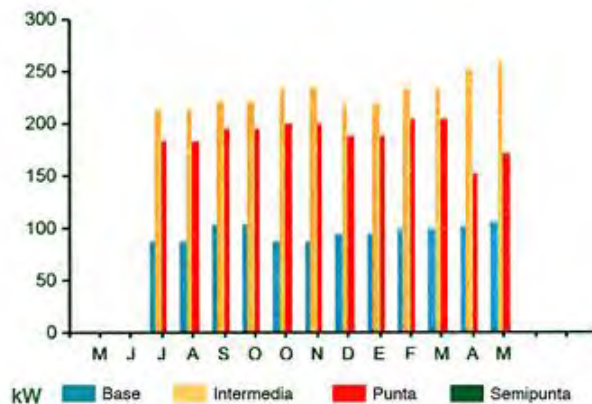
D – Información del consumo



10. Función y periodo. Muestra los dos parámetros que componen la facturación en su periodo base, intermedia y punta.

- i. Consumo – kWh
- ii. Demanda – kW
- iii. Reactivos Totales – kVarh
- iv. Factor de potencia – %

E – Historia de consumo – gráfica



11. Datos históricos. Representación gráfica del consumo de energía eléctrica que ha sido utilizado en los últimos dos años.

F – Cálculo del importe de consumo

Conceptos	Totales	Precios unitarios
Energía en base kWh	19,458	1.00460
Energía en intermedia kWh	64,020	1.20190
Energía en punta kWh	4,860	2.04550
Demanda facturable kW	198	178, 58000

12

12. Cálculo de la facturación. Es el resultado de aplicar las cuotas de las tarifas que fija la SHCP al consumo de energía eléctrica, demanda y reactivos.

G – Historia de consumo – valores

Mes	Demanda máxima	Consumo total kWh	F. P. %	F. C. %	Precio medio
JUN 11	126	18,720	88.63	21.35	2.3724
JUL 11	127	31,140	88.64	32.96	2.0353
AGO 11	127	24,360	88.55	25.78	2.1995
SEP 11	127	32,520	88.51	32.33	2.0516
OCT 11	126	80,220	88.67	88.43	1.6300
NOV 11	126	78,420	88.74	89.42	1.6495
DIC 11	127	61,560	88.70	63.12	1.8006
ENE 12	127	75,660	88.60	82.74	1.7435
FEB 12	127	85,140	88.67	84.65	1.7573
MAR 12	127	73,440	88.68	80.31	1.7085
ABR 12	126	74,520	88.63	77.01	1.6841
MAY 12	127	82,080	88.78	92.86	1.6298
JUN 12	127	82,500	88.75	90.22	1.6440

13

13. Datos históricos. Datos numéricos del consumo de energía eléctrica que ha sido utilizado en los últimos dos años.

H – Avisos importantes

Avisos Importantes

- Nos transformamos para servirle mejor.
- Servicio a Clientes Teléfono 071.
- Apagar el aire acondicionado cuando no se necesite, disminuye el costo de tu factura eléctrica... ¡Ahórrate una luz!

14

14. Avisos importantes. Mensajes informativos referentes al servicio.

I – Detalle de los conceptos de facturación

Conceptos	
Energía	
Demanda Máxima	
2% Baja Tensión	
Cargo Factor de Potencia	
Subtotal	← 15
IVA 16%	
Facturación del Periodo	
Total	
Importe \$	
\$111,292.50	
\$20,623.19	
\$2,638.31	
\$1,076.43	
\$135,630.43	← 16
\$21,700.86	
\$157,331.29	
\$157,331.29	

15. Conceptos. Distintos nombres de cada uno de los cargos y/o créditos que integran el importe total de la factura.

16. Importes. Cargos o créditos que corresponden a cada concepto.

J – Talón de caja



17. Talón de caja. Sección desprendible del recibo que es usado al pagar en ventanilla o en banco.

Tarifas eléctricas

Las tarifas de energía eléctrica son las disposiciones específicas, que contienen las cuotas y condiciones que rigen para los suministros de energía eléctrica agrupados en cada clase de servicio.

Las tarifas se identifican oficialmente por su número y/o letra(s). Para la contratación y demás propósitos internos, las tarifas se denominarán invariablemente de acuerdo con su identificación, solamente los casos en que sea preciso complementar la denominación, adelante de su identificación se escribirá el título de la respectiva tarifa.

El principal objetivo de la actual política tarifaria es recuperar la relación precio/costo a niveles que permitan el sano crecimiento de las empresas y generen los recursos suficientes para financiar los programas de inversión.

Las tarifas eléctricas de uso general se establecen con base en una estructura de 36 categorías de acuerdo a criterios tales como energía demandada, tensión, temperatura, uso, tipo y garantía de servicio.

Tarifa HM

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o más.

Cuotas aplicables en diciembre de 2014

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía intermedia y por la energía de base.

Tabla 1 – Tarifas aplicables en el mes de diciembre de 2014 (CFE, 2014).

Región	Cargo por kW de demanda facturable	Cargo por kWh de energía punta	Cargo por kWh de energía intermedia	Cargo por kWh de energía base
Baja California	\$262.63	\$2.2002	\$1.1232	\$0.8822
Baja California Sur	\$252.43	\$1.7652	\$1.5582	\$1.1029
Central	\$181.98	\$2.1086	\$1.2435	\$1.0397
Noreste	\$167.31	\$1.9477	\$1.1545	\$0.9458
Noroeste	\$170.85	\$1.9591	\$1.1457	\$0.9599
Norte	\$168.08	\$1.9617	\$1.1657	\$0.9478
Peninsular	\$188.05	\$2.0625	\$1.1684	\$0.9623

Periodos de punta, intermedio y base

Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describe a continuación.

Regiones central, noreste, noroeste, norte, peninsular y sur

Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre:

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a Viernes	0:00 – 6:00	6:00 – 20:00 22:00 – 24:00	20:00 – 22:00
Sábado	0:00 – 7:00	7:00 – 24:00	–
Domingo y Festivo	0:00 – 19:00	19:00 – 24:00	–

Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril:

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
Lunes a Viernes	0:00 – 6:00	6:00 – 18:00 22:00 – 24:00	18:00 – 22:00
Sábado	0:00 – 8:00	8:00 – 19:00 21:00 – 24:00	19:00 – 21:00
Domingo y Festivo	0:00 – 18:00	18:00 – 24:00	–

Cuotas aplicables mensualmente en el análisis de la facturación eléctrica

Se aplicarán las cuotas mensuales en el análisis de la facturación eléctrica indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 2 – Cuotas mensuales en el análisis de facturación eléctrica (CFE 2014).

Periodo	Cargo por kW de demanda facturable	Cargo por kWh de energía punta	Cargo por kWh de energía intermedia	Cargo por kWh de energía base
30/ABR/13 - 31/MAY/13	\$183.28000	\$2.08390	\$1.23730	\$1.01920
31/MAY/13 - 30/JUN/13	\$181.69000	\$2.05990	\$1.21910	\$1.00420
30/JUN/13 - 31/JUL/13	\$181.20000	\$2.02960	\$1.18410	\$0.97540
31/JUL/13 - 31/AGO/13	\$183.08000	\$2.04080	\$1.18390	\$0.97520
31/AGO/13 - 30/SEP/13	\$182.31000	\$2.01570	\$1.15810	\$0.95390
30/SEP/13 - 31/OCT/13	\$182.09000	\$2.07820	\$1.23770	\$1.01940
31/OCT/13 - 30/NOV/13	\$183.35000	\$2.10290	\$1.25970	\$1.03750
30/NOV/13 - 31/DIC/13	\$182.91000	\$2.11850	\$1.28360	\$1.05720
31/DIC/13 - 31/ENE/14	\$182.78000	\$2.13020	\$1.30000	\$1.07070
31/ENE/14 - 28/FEB/14	\$182.71000	\$2.15680	\$1.33590	\$1.10030
28/FEB/14 - 31/MAR/14	\$184.68000	\$2.11340	\$1.26060	\$1.03820
31/MAR/14 - 30/ABR/14	\$186.14000	\$2.12480	\$1.26360	\$1.04070
30/ABR/14 - 31/MAY/14	\$186.38000	\$2.09680	\$1.22530	\$1.00920
31/MAY/14 - 30/JUN/14	\$185.47000	\$2.10270	\$1.23980	\$1.02110
30/JUN/14 - 31/JUL/14	\$185.34000	\$2.11700	\$1.25900	\$1.03690
31/JUL/14 - 31/AGO/14	\$185.71000	\$2.14730	\$1.29530	\$1.06680

Comportamiento de la facturación eléctrica

El análisis de la facturación eléctrica comprende desde el mes de mayo de 2013 hasta el mes de agosto de 2014.

Tabla 3 – Facturación eléctrica del periodo abril 2013 a agosto 2014 – Energía (CFE, 2014).

Periodo	Energía (kWh)			
	kWh BASE	kWh INTERMEDIO	kWh PUNTA	Consumo total kWh
30/ABR/13 - 31/MAY/13	55,720.00	101,262.00	12,530.00	169,512.00
31/MAY/13 - 30/JUN/13	51,100.00	115,710.00	9,912.00	176,722.00
30/JUN/13 - 31/JUL/13	49,364.00	118,706.00	11,228.00	179,298.00
31/JUL/13 - 31/AGO/13	47,992.00	114,016.00	10,374.00	172,382.00
31/AGO/13 - 30/SEP/13	48,104.00	96,404.00	8,680.00	153,188.00
30/SEP/13 - 31/OCT/13	44,870.00	108,458.00	12,096.00	165,424.00
30/SEP/13 - 31/OCT/13				
31/OCT/13 - 30/NOV/13	39,746.00	79,464.00	18,004.00	137,214.00
30/NOV/13 - 31/DIC/13	40,334.00	77,028.00	17,906.00	135,268.00
31/DIC/13 - 31/ENE/14	33,068.00	66,108.00	16,058.00	115,234.00
31/ENE/14 - 28/FEB/14	36,974.00	80,514.00	18,872.00	136,360.00
28/FEB/14 - 31/MAR/14	47,460.00	92,008.00	21,028.00	160,496.00
31/MAR/14 - 30/ABR/14	43,498.00	106,904.00	12,726.00	163,128.00
31/MAR/14 - 30/ABR/14				
30/ABR/14 - 31/MAY/14	49,476.00	113,414.00	10,164.00	173,054.00
31/MAY/14 - 30/JUN/14	49,308.00	109,256.00	9,828.00	168,392.00
30/JUN/14 - 31/JUL/14	49,126.00	121,338.00	11,340.00	181,804.00
31/JUL/14 - 31/AGO/14	51,002.00	116,494.00	10,346.00	177,842.00

Tabla 4 – Facturación eléctrica del periodo abril 2013 a agosto 2014 – Demanda (CFE, 2014).

Periodo	Demanda (kW)			
	kW BASE	kW INTERMEDIO	kW PUNTA	Demanda facturable
30/ABR/13 - 31/MAY/13	328.00	386.00	354.00	364.00
31/MAY/13 - 30/JUN/13	321.00	389.00	297.00	325.00

30/JUN/13 - 31/JUL/13	322.00	379.00	296.00	321.00
31/JUL/13 - 31/AGO/13	326.00	366.00	281.00	307.00
31/AGO/13 - 30/SEP/13	314.00	360.00	282.00	306.00
30/SEP/13 - 31/OCT/13	223.00	313.00	264.00	279.00
31/OCT/13 - 30/NOV/13	255.00	329.00	278.00	294.00
30/NOV/13 - 31/DIC/13	246.00	314.00	246.00	267.00
31/DIC/13 - 31/ENE/14	226.00	278.00	241.00	253.00
31/ENE/14 - 28/FEB/14	264.00	324.00	280.00	294.00
28/FEB/14 - 31/MAR/14	286.00	335.00	284.00	300.00
31/MAR/14 - 30/ABR/14	289.00	350.00	260.00	287.00
30/ABR/14 - 31/MAY/14	282.00	353.00	290.00	309.00
31/MAY/14 - 30/JUN/14	290.00	349.00	297.00	313.00
30/JUN/14 - 31/JUL/14	291.00	358.00	298.00	316.00
31/JUL/14 - 31/AGO/14	271.00	348.00	287.00	306.00

Tabla 5 – Facturación eléctrica del periodo abril 2013 a agosto 2014 – Factor de potencia y factor de carga (*CFE, 2014*).

Periodo	F.P.	F.C.
30/ABR/13 - 31/MAY/13	92.92	59.00
31/MAY/13 - 30/JUN/13	92.30	63.00
30/JUN/13 - 31/JUL/13	91.69	64.00
31/JUL/13 - 31/AGO/13	91.00	63.00
31/AGO/13 - 30/SEP/13	93.09	59.00
30/SEP/13 - 31/OCT/13	92.17	66.00
30/SEP/13 - 31/OCT/13	91.26	65.00
31/OCT/13 - 30/NOV/13	91.71	58.00
30/NOV/13 - 31/DIC/13	91.27	58.00
31/DIC/13 - 31/ENE/14	92.27	56.00
31/ENE/14 - 28/FEB/14	92.54	63.00

28/FEB/14 - 31/MAR/14	92.78	64.00
31/MAR/14 - 30/ABR/14	92.95	69.00
31/MAR/14 - 30/ABR/14	92.48	64.00
30/ABR/14 - 31/MAY/14	92.29	66.00
31/MAY/14 - 30/JUN/14	92.70	67.00
30/JUN/14 - 31/JUL/14	93.16	68.00
31/JUL/14 - 31/AGO/14	93.52	69.00

Tabla 6 – Facturación eléctrica del periodo abril 2013 a agosto 2014 (CFE, 2014).

Periodo	Energía	Demanda facturable	Bonificación / cargo F.P.	Subtotal	IVA	Facturación del periodo
30/ABR/13 - 31/MAY/13	\$208,192.56	\$66,713.92	-\$2,199.25	\$272,707.23	\$29,997.80	\$302,705.03
31/MAY/13 - 30/JUN/13	\$212,794.41	\$59,049.25	-\$1,631.06	\$270,212.60	\$29,723.39	\$299,935.99
30/JUN/13 - 31/JUL/13	\$211,497.77	\$58,165.20	-\$1,348.31	\$268,314.66	\$29,514.61	\$297,829.27
31/JUL/13 - 31/AGO/13	\$202,956.60	\$56,205.56	-\$777.48	\$258,384.68	\$28,422.31	\$286,806.99
31/AGO/13 - 30/SEP/13	\$175,028.15	\$55,786.86	-\$1,846.52	\$228,968.49	\$25,186.53	\$254,155.03
30/SEP/13 - 31/OCT/13	\$205,116.85	\$54,311.03	-\$1,436.52	\$257,991.36	\$28,379.05	\$286,370.41
31/OCT/13 - 30/NOV/13	\$179,197.89	\$53,904.90	-\$1,165.51	\$231,937.28	\$25,513.10	\$257,450.38
30/NOV/13 - 31/DIC/13	\$179,448.11	\$48,836.97	-\$684.85	\$227,600.23	\$25,036.02	\$252,636.25
31/DIC/13 - 31/ENE/14	\$155,553.06	\$46,243.34	-\$1,210.77	\$200,585.63	\$32,093.70	\$232,679.33
31/ENE/14 - 28/FEB/14	\$188,944.27	\$53,716.74	-\$1,698.62	\$240,962.39	\$38,553.98	\$279,516.38
28/FEB/14 - 31/MAR/14	\$209,698.83	\$55,404.00	-\$1,855.71	\$263,247.12	\$42,119.54	\$305,366.66
31/MAR/14 - 30/ABR/14	\$207,392.47	\$53,794.98	-\$1,876.37	\$259,311.08	\$41,489.77	\$300,800.85
30/ABR/14 - 31/MAY/14	\$210,209.23	\$57,591.42	-\$1,606.80	\$266,193.85	\$42,591.02	\$308,784.86
31/MAY/14 - 30/JUN/14	\$206,469.32	\$58,052.11	-\$1,851.65	\$262,669.78	\$42,027.17	\$304,696.95
30/JUN/14 - 31/JUL/14	\$227,710.07	\$58,567.44	-\$2,290.22	\$283,987.29	\$45,437.97	\$329,425.26
31/JUL/14 - 31/AGO/14	\$227,519.58	\$56,827.26	-\$2,559.12	\$281,787.72	\$45,086.03	\$326,873.75

De la Tabla 3 a la Tabla 6 se observan los parámetros eléctricos que integran la facturación eléctrica en el apartado de consumo, demanda, factor de potencia y facturación, los cuales fueron tomados después de un análisis de los recibos expedidos por la compañía suministradora de energía al Hospital General de Chetumal.

En los siguientes subtemas se analizará cada uno de los apartados de manera más específica con ayuda de gráficas para poder ser más completo el análisis.

Consumo

La energía consumida por un dispositivo eléctrico se mide en Watts – hora (Wh), o en kilowatts-hora (kWh). Equivale a la energía consumida por un aparato eléctrico cuya potencia fuese un kilovatio (kW) y estuviese funcionando durante una hora. Normalmente las empresas que suministran energía eléctrica a la industria y los hogares, en lugar de facturar el consumo en watts-hora, lo hacen en kilowatts – hora (kWh).

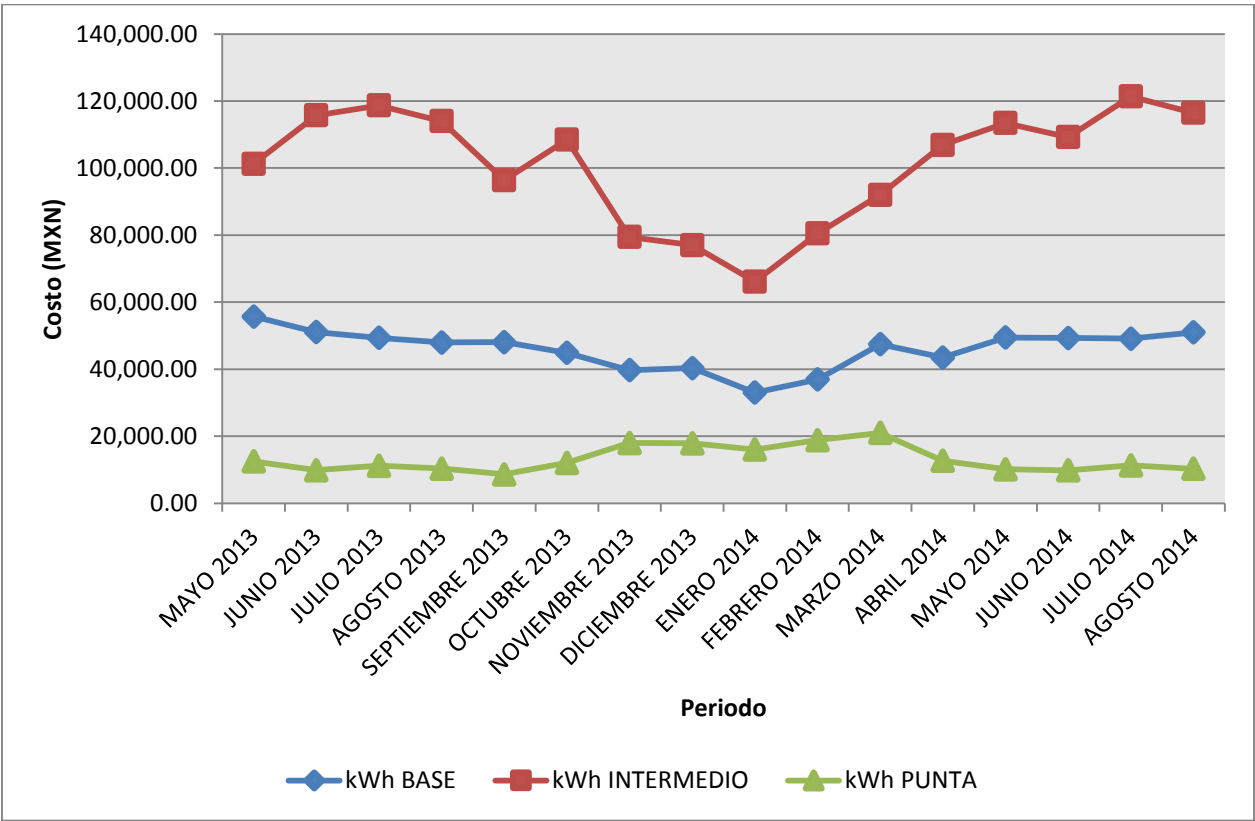


Figura 6 – Consumo de energía base, intermedio y punta durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014 (Elaboración propia, 2014).

En la Figura 6 se aprecian los tres tipos de energía consumida durante el periodo analizado, y se puede determinar que en el horario intermedio es cuando existe un mayor consumo de energía.

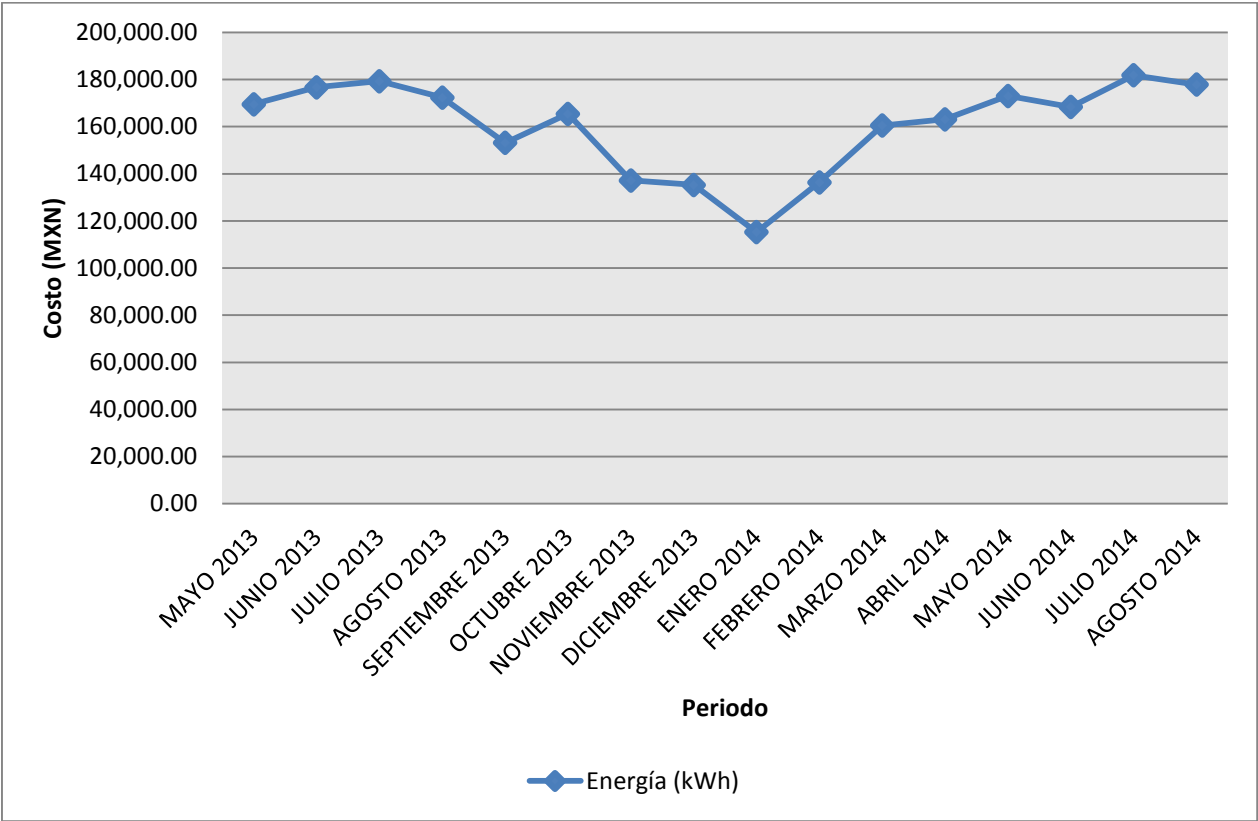


Figura 7 – Consumo de energía durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

En la Figura 7 se determina que el consumo promedio mensual es de 160,000kWh aproximadamente, siendo que los meses donde se presenta un mayor consumo de energía coinciden con los meses más calurosos del año, en este caso el periodo es de Mayo a Agosto. Esto puede ser producido por un mayor uso de los equipos de aire acondicionado. El cargo por consumo representa el mayor porcentaje de la facturación total, al igual que la demanda es calculada por medio de las tarifas vigentes establecidas por CFE.

La manera en la que se calcula el importe a pagar es de la siguiente manera:

$$IMPORTE_{CONSUMO} = (kWh_B * \$kWh_B) + (kWh_I * \$kWh_I) + (kWh_P * \$kWh_P)$$

Donde:

kWh_B	Energía consumida en horario base.
kWh_I	Energía consumida en horario intermedio.
kWh_P	Energía consumida en horario punta.
$\$kWh_B$	Costo unitario energía consumida en horario base.
$\$kWh_I$	Costo unitario energía consumida en horario intermedio.
$\$kWh_P$	Costo unitario energía consumida en horario punta.

Demanda

La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de 100 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

Las mediciones de la demanda en punta, intermedio y base realizados en distintos horarios, son las que se utilizan para calcular la Demanda Facturable, el cual es el cargo que aparece en la factura de CFE. La Demanda Facturable está definida por la siguiente ecuación:

$$D_F = D_P + [FR_I * \text{máx}(D_I - D_P, 0)] + [FR_B * \text{máx}(D_B - D_{PI}, 0)]$$

Donde:

D_P	Demanda máxima medida en el periodo punta.
D_I	Demanda máxima medida en el periodo intermedio.
D_B	Demanda máxima medida en el periodo base.
D_{PI}	Demanda máxima medida en los periodos de punta a intermedio.
FR_I	Factor de reducción para el periodo intermedio.
FR_B	Factor de reducción para el periodo base.

máx Cuando la diferencia de demandas entre los paréntesis sea negativa, ésta tomará un valor de cero.

NOTA En la región peninsular: $FR_I = 0.30$ y $FR_B = 0.15$

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente. Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo.

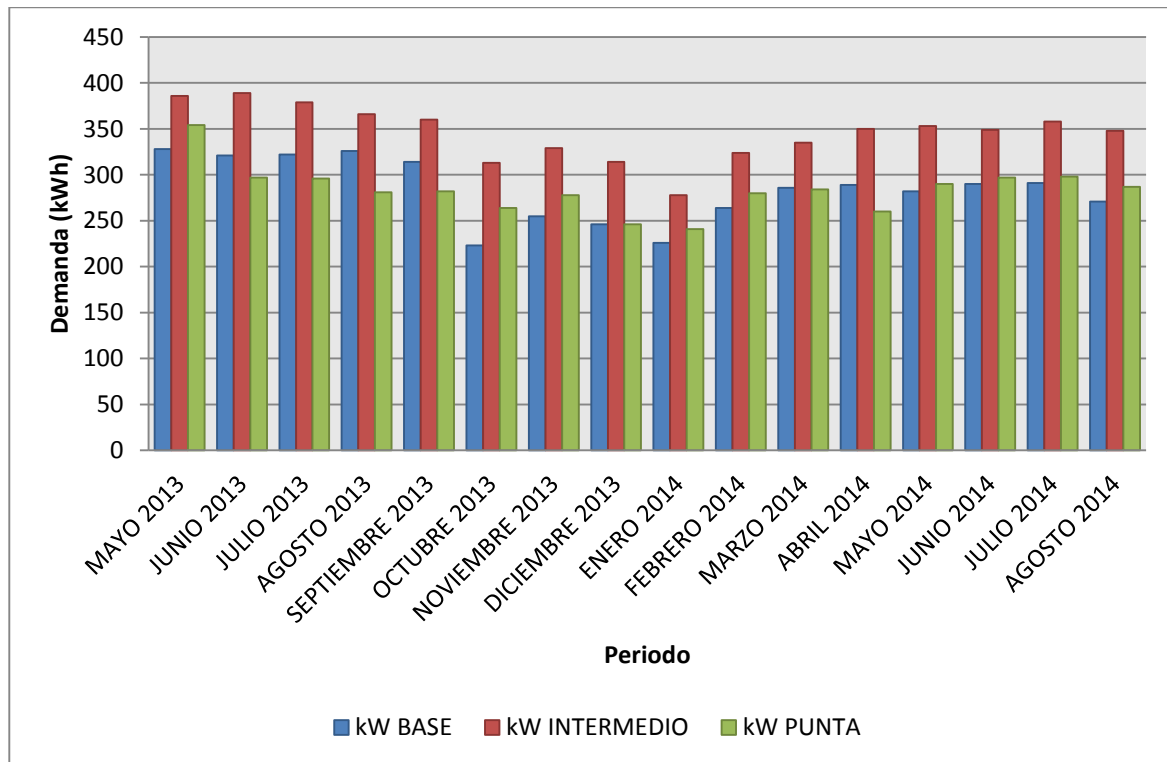


Figura 8 – Demandas base, intermedio y punta durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014
(Elaboración propia, 2014).

En la Figura 8 se aprecian los tres tipos de demanda durante el periodo analizado, y se puede determinar que en el horario intermedio es cuando existe una mayor demanda de energía, ya que es el periodo horario en la que se registra mayor movimiento en el sitio laboral. Los promedios

en los horarios base, intermedio y punta que se aprecian son de 283.38kW, 345.69kW y 283.44kW respectivamente.

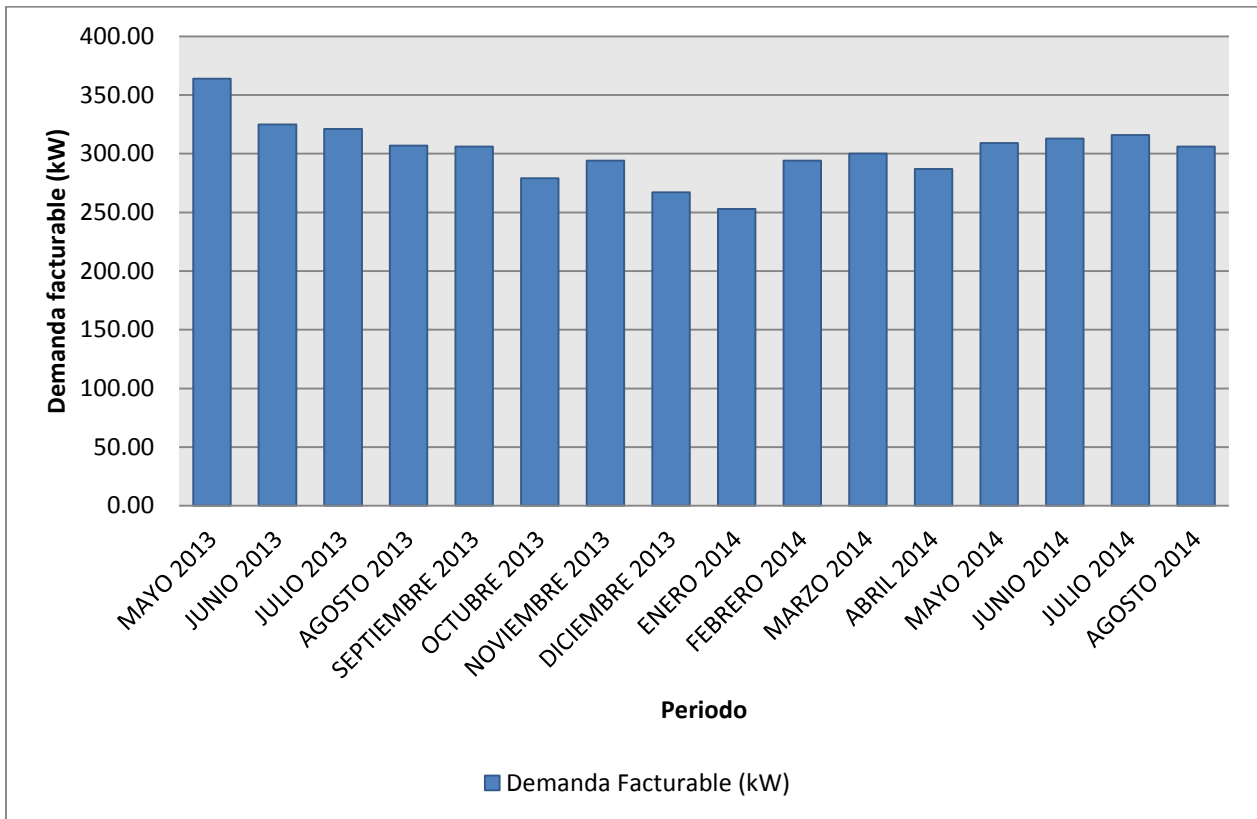


Figura 9 – Demanda facturable durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

Viendo la Figura 9 se aprecia que existe una demanda máxima de 364kW y una demanda mínima de 253kW, y se determina que el promedio de demanda facturable es de 302.56kW.

La manera en la que se calcula el importe a pagar es de la siguiente manera:

$$IMPORTE_{DEMANDA\ FACTURABLE} = D_F * \$kW$$

Donde:

- D_F Demanda facturable.
- $\$kW$ Costo unitario demanda facturable.

Factor de potencia

Es la relación que existe entre el volumen de energía eléctrica que desarrolla un trabajo útil, respecto al total de la energía que un aparato recibe.

Es un indicador sobre el correcto aprovechamiento de la energía, de forma general es la cantidad de energía que se ha convertido en trabajo. El factor de potencia puede tomar valores entre 0 y 1, lo que significa que:



El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.

Considerando lo anterior el factor de potencia por debajo del 90% significa energía desperdiciada por su empresa y en consecuencia un incremento innecesario en el importe de su facturación por este concepto.

F.P.	>	90%	→	BONIFICACIÓN
F.P.	<	90%	→	RECARGO

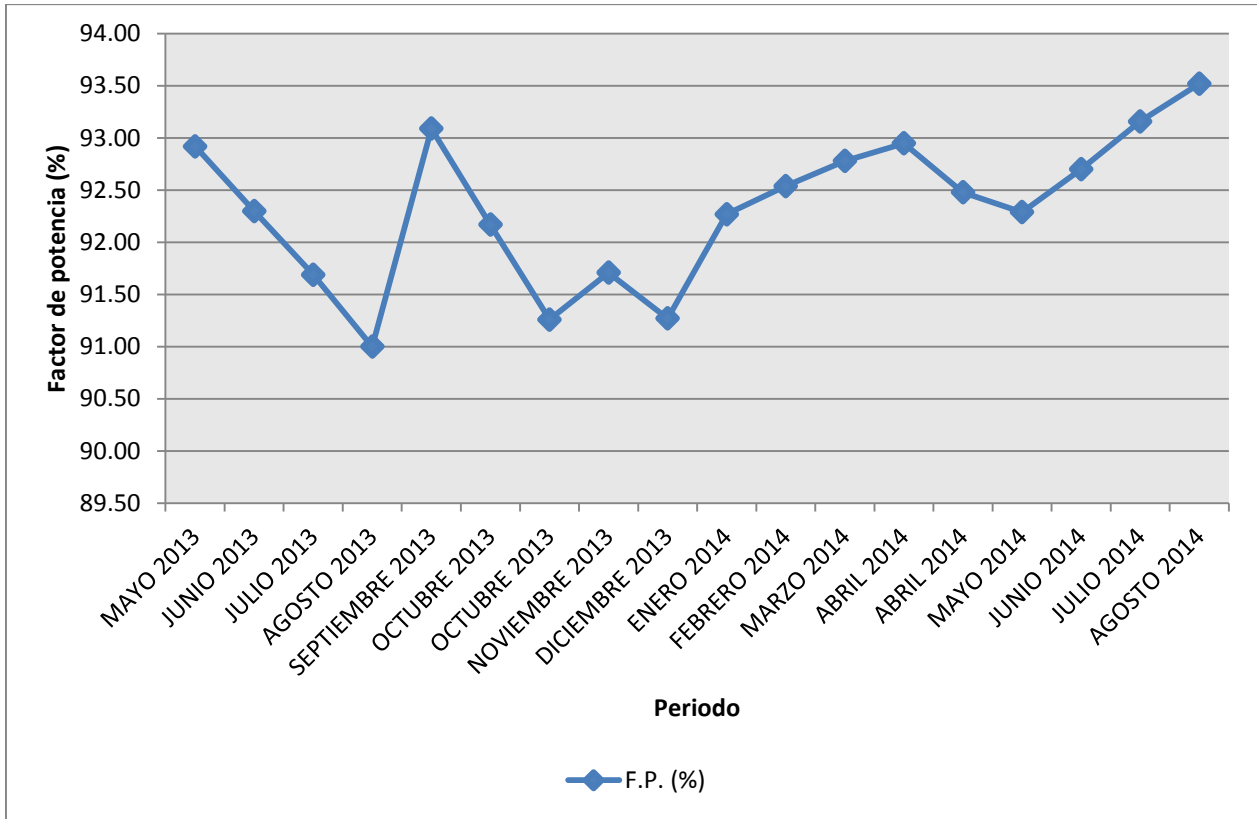


Figura 10 – Factor de potencia durante los meses de mayo de 2013 a agosto de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

En la Figura 10 se aprecia que existe un comportamiento del factor de potencia superior al 90%, permitiendo que exista una bonificación. El promedio del factor de potencia es de 92.34%.

La manera en la que se calcula la bonificación o penalización del factor de potencia es de la siguiente manera:

$$BONIFICACIÓN_{F.P.} = \frac{1}{4} \left[1 - \left(\frac{90}{F.P.} \right) \right] * 100$$

$$PENALIZACIÓN_{F.P.} = \frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{F.P.} - 1 \right) \right] * 100$$

Donde:

F.P. Factor de potencia registrado durante el periodo de facturación expresado en porcentaje.

Importe total de facturación

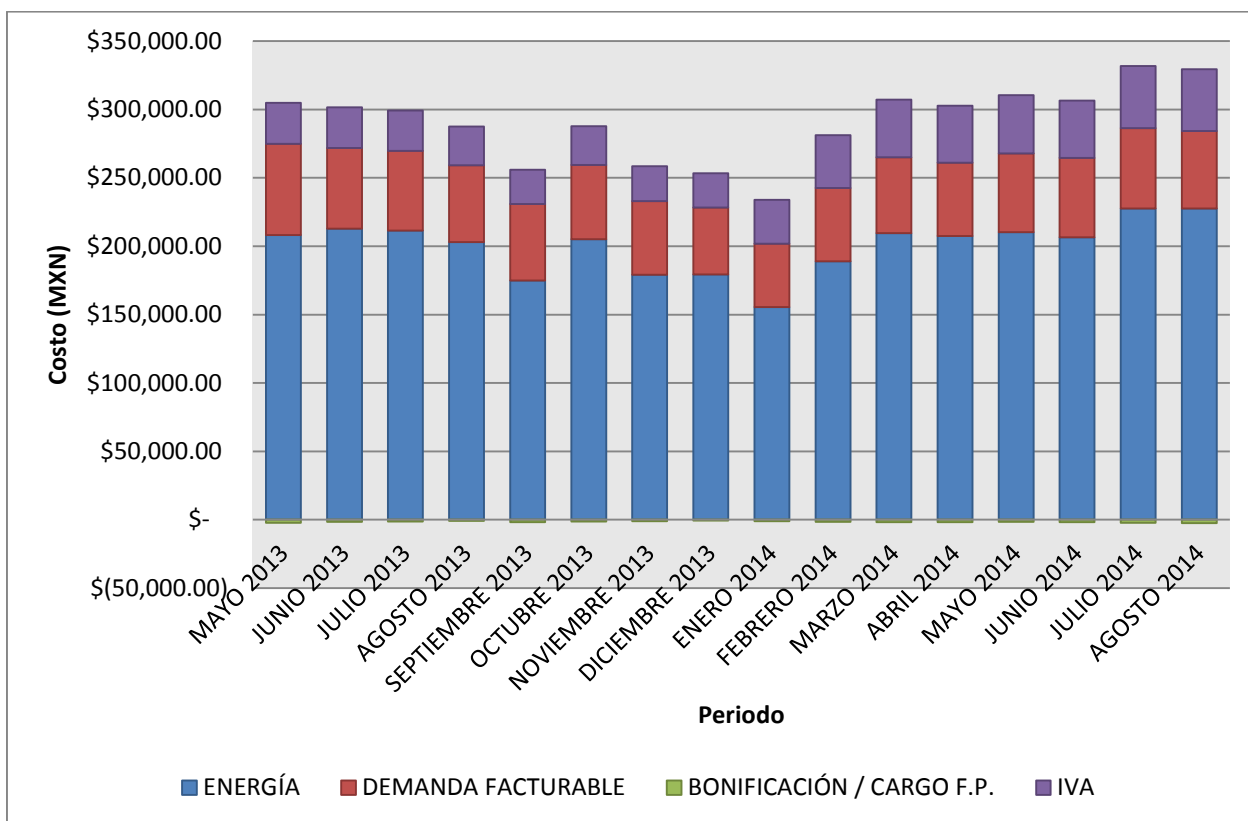


Figura 11 – Facturación total (Elaboración propia, 2014).

La facturación total que es expedida por la compañía suministradora de energía es la suma de los conceptos analizados anteriormente, más un cargo de IVA, el cual en este caso tuvo una variación al pasar de 11% a 16% a lo largo del análisis realizado.

A continuación se agregan la facturación total de cada mes analizado, para tener una visión más específica de los consumos existentes.

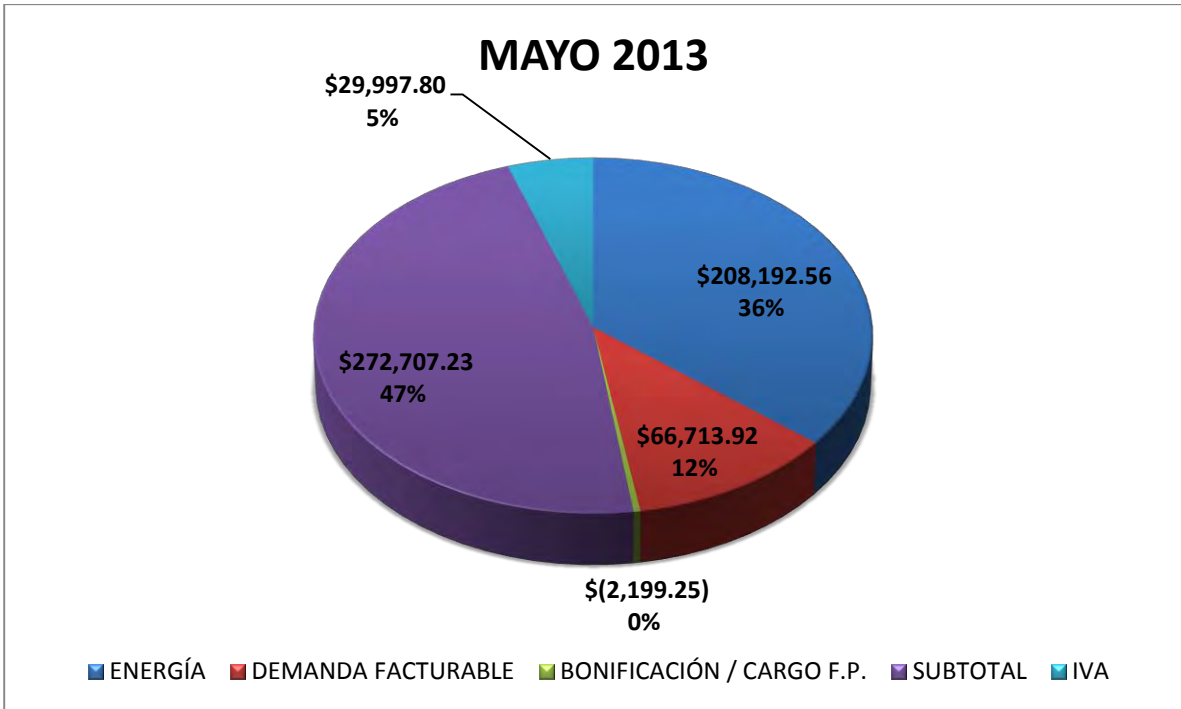


Figura 12 – Facturación total en mayo de 2013 (*Elaboración propia, 2014*).

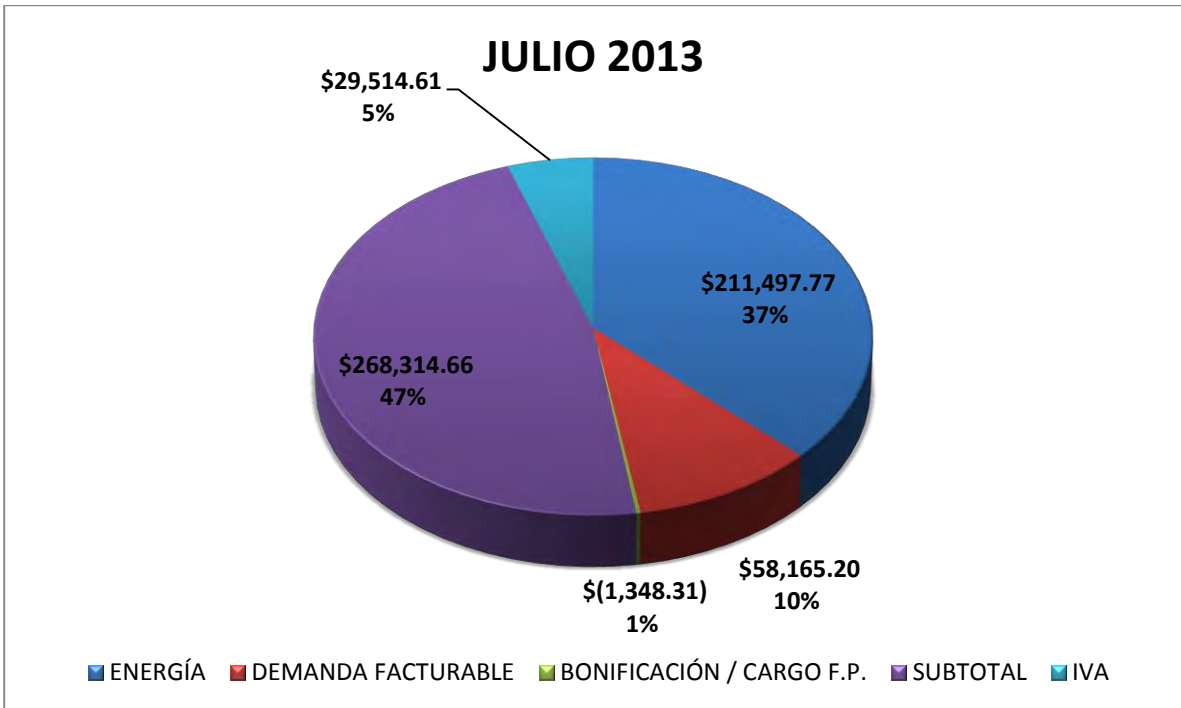


Figura 13 – Facturación total en junio de 2013 (*Elaboración propia, 2014*).

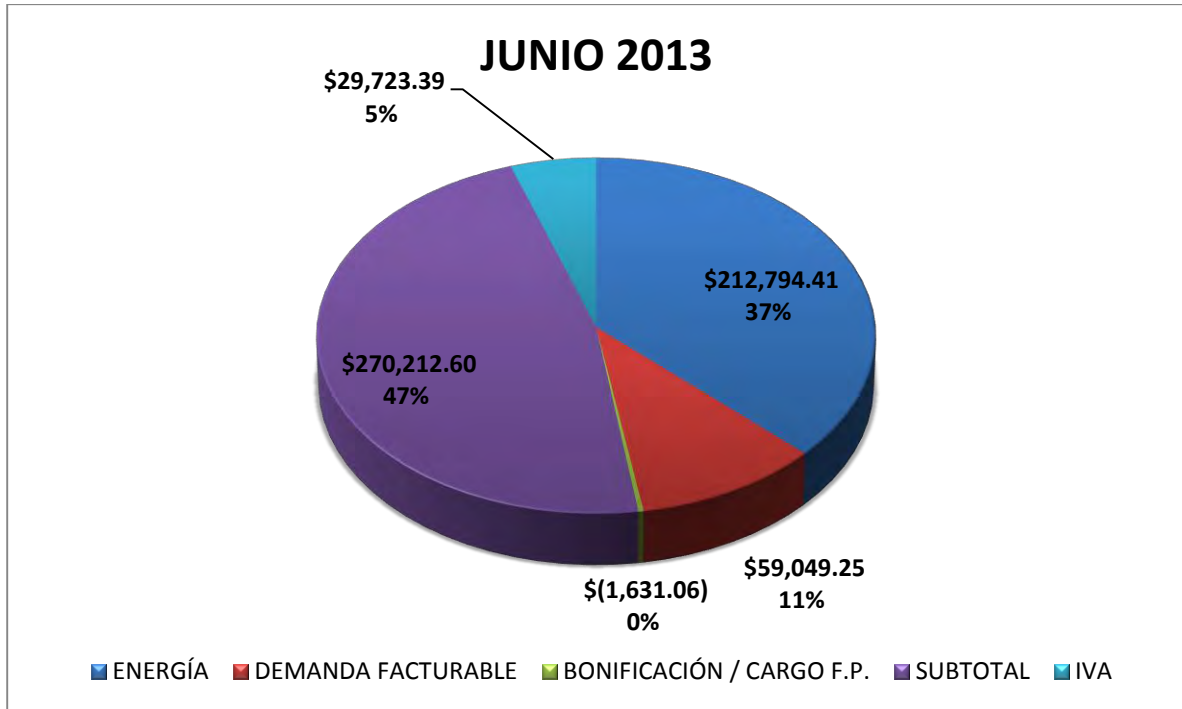


Figura 14 – Facturación total en julio de 2013 (*Elaboración propia, 2014*).

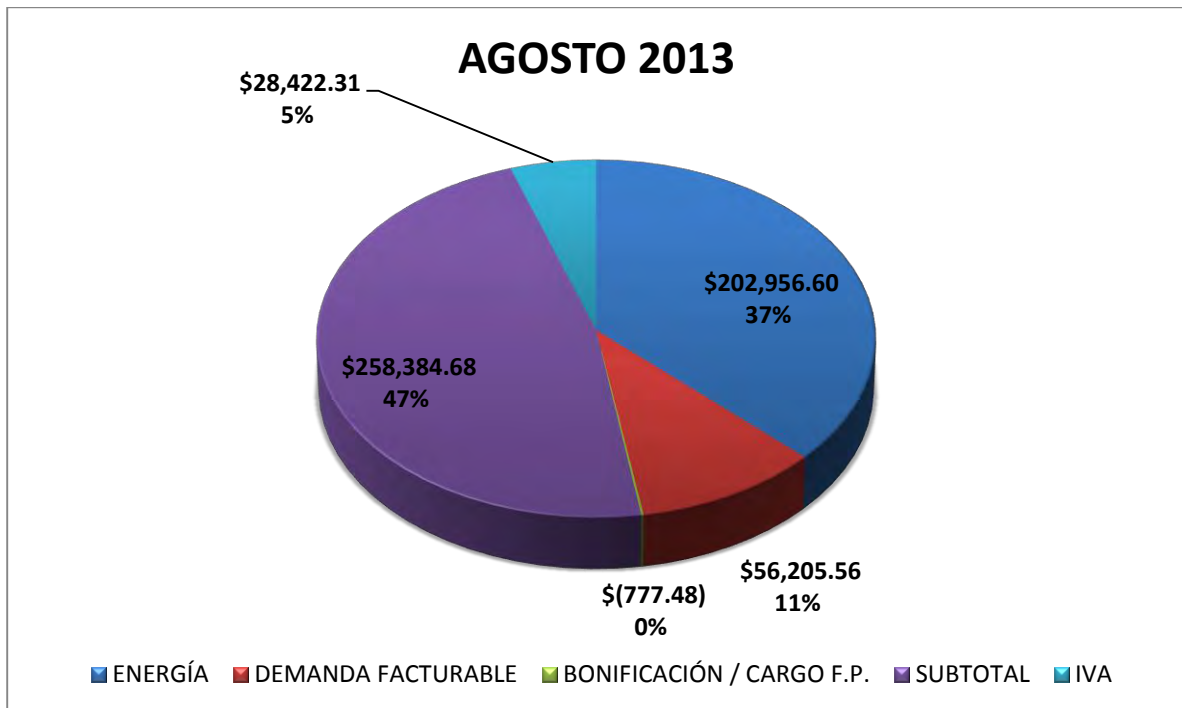


Figura 15 – Facturación total en agosto de 2013 (*Elaboración propia, 2014*).

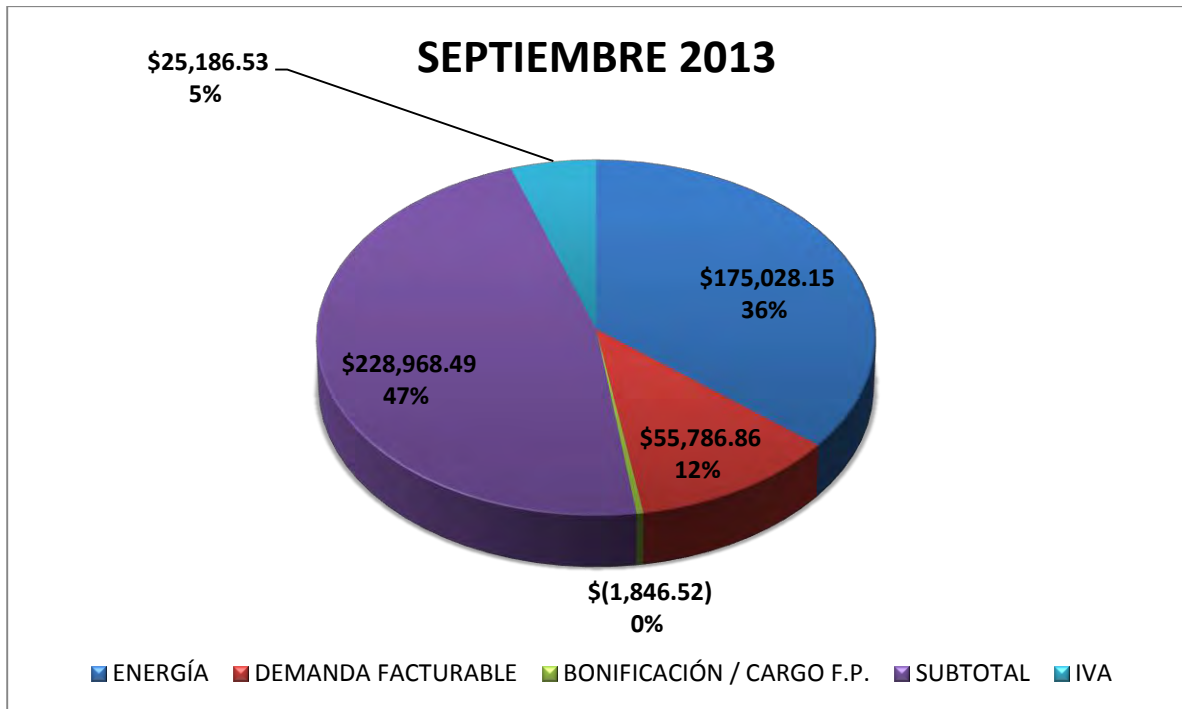


Figura 16 – Facturación total en septiembre de 2013 (*Elaboración propia, 2014*).

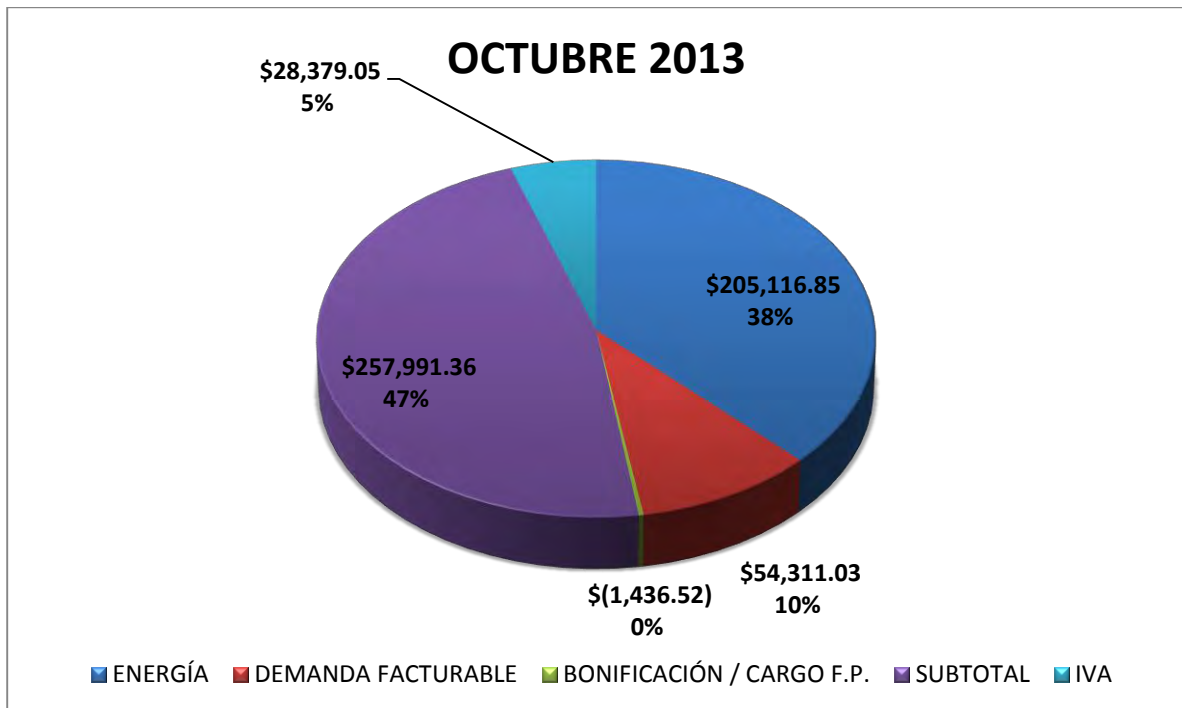


Figura 17 – Facturación total en octubre de 2013 (*Elaboración propia, 2014*).

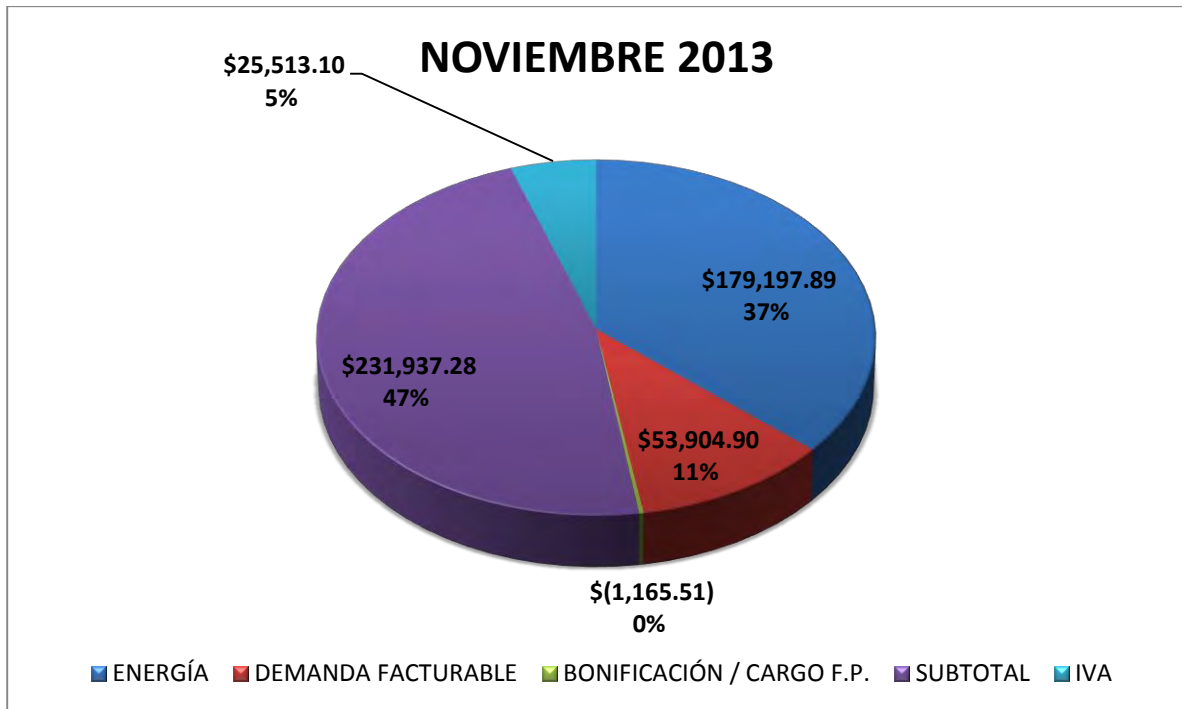


Figura 18 – Facturación total en noviembre de 2013 (*Elaboración propia, 2014*).

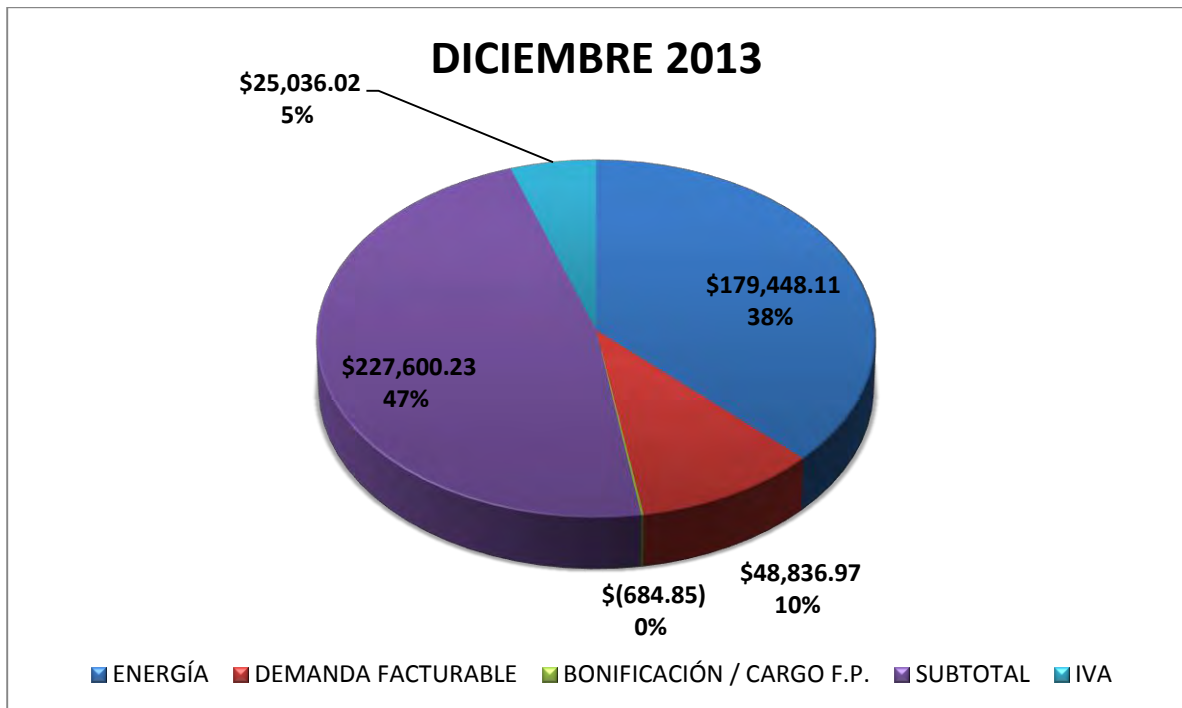


Figura 19 – Facturación total en diciembre de 2013 (*Elaboración propia, 2014*).

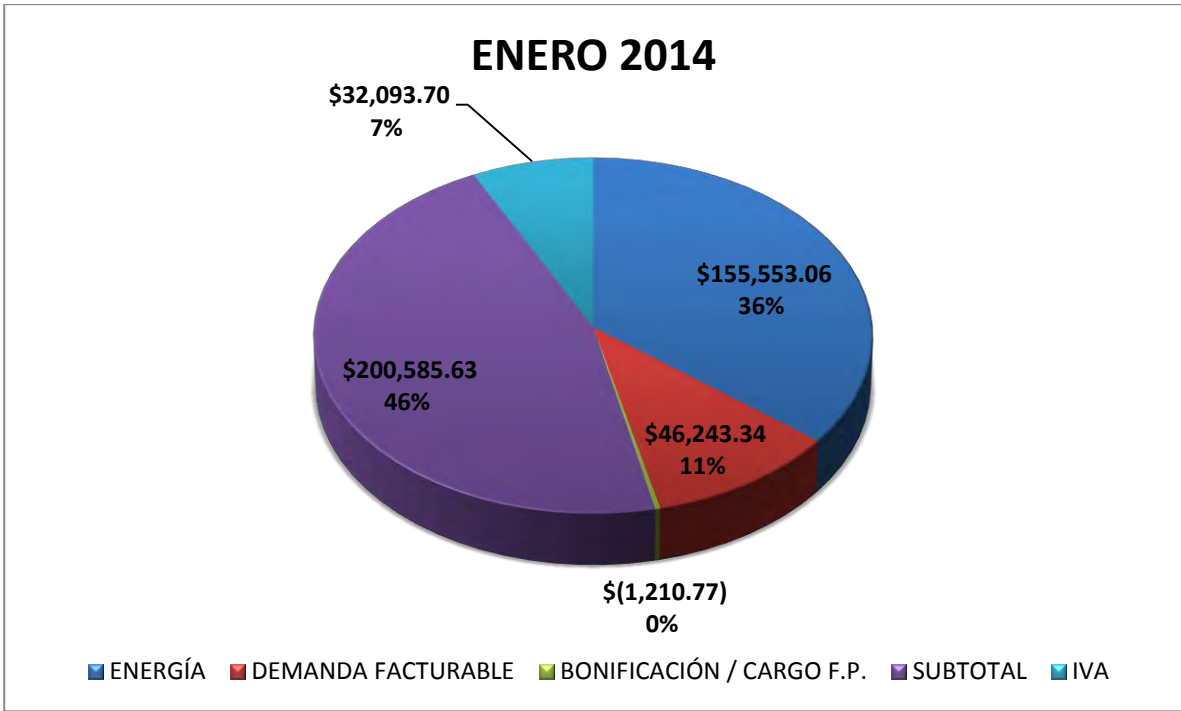


Figura 20 – Facturación total en enero de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

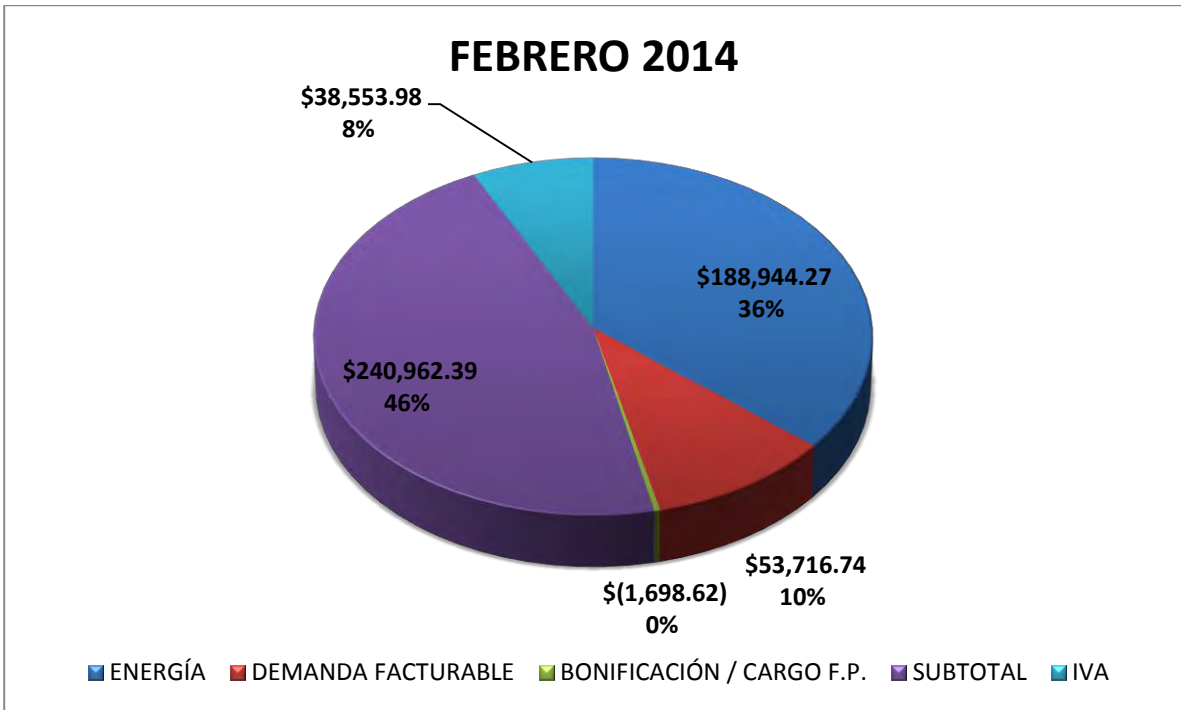


Figura 21 – Facturación total en febrero de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

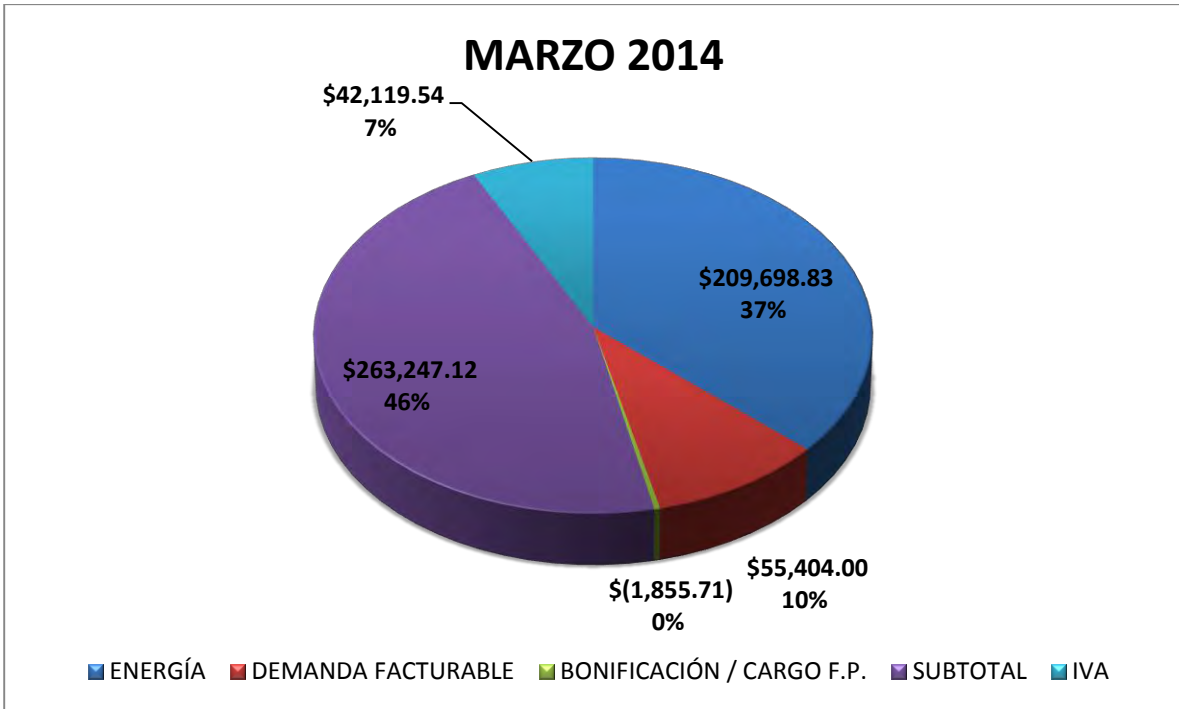


Figura 22 – Facturación total en marzo de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

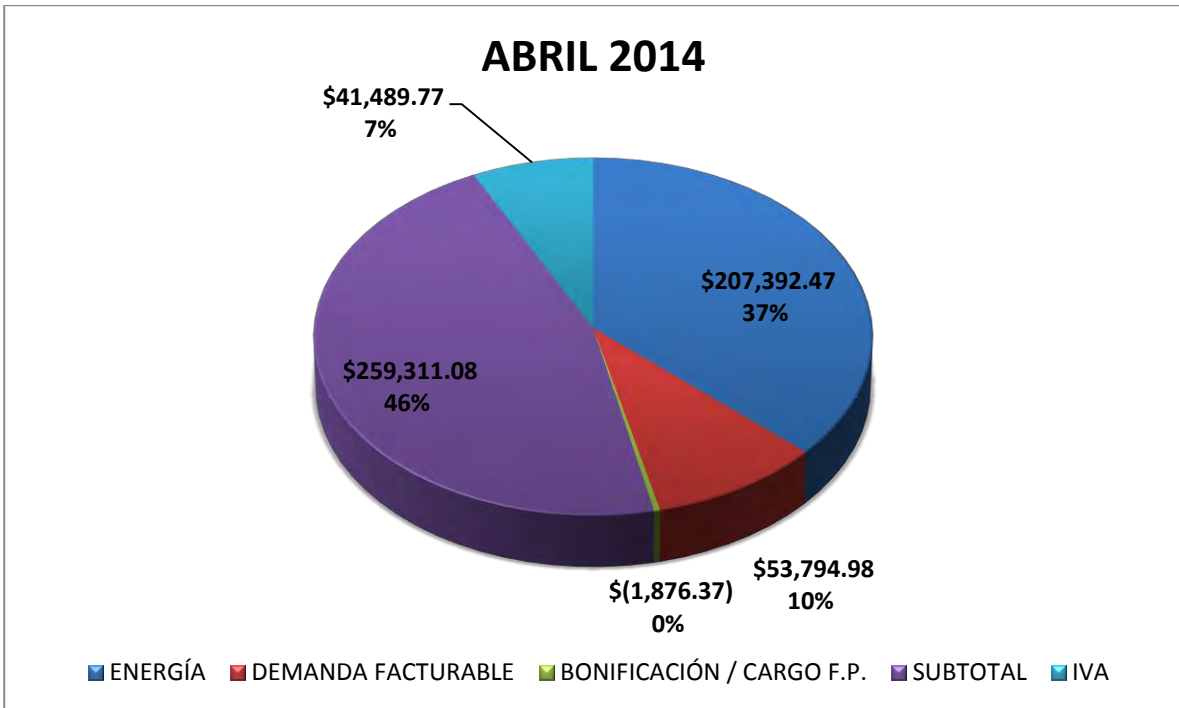


Figura 23 – Facturación total en abril de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

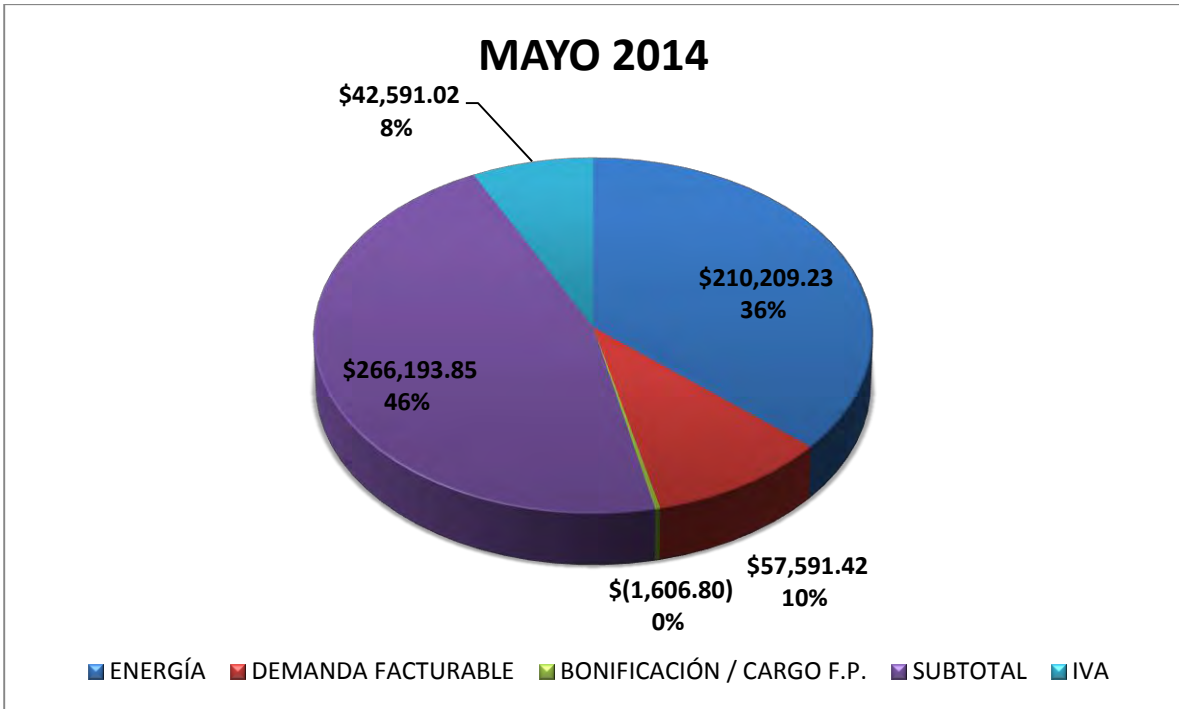


Figura 24 – Facturación total en mayo de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

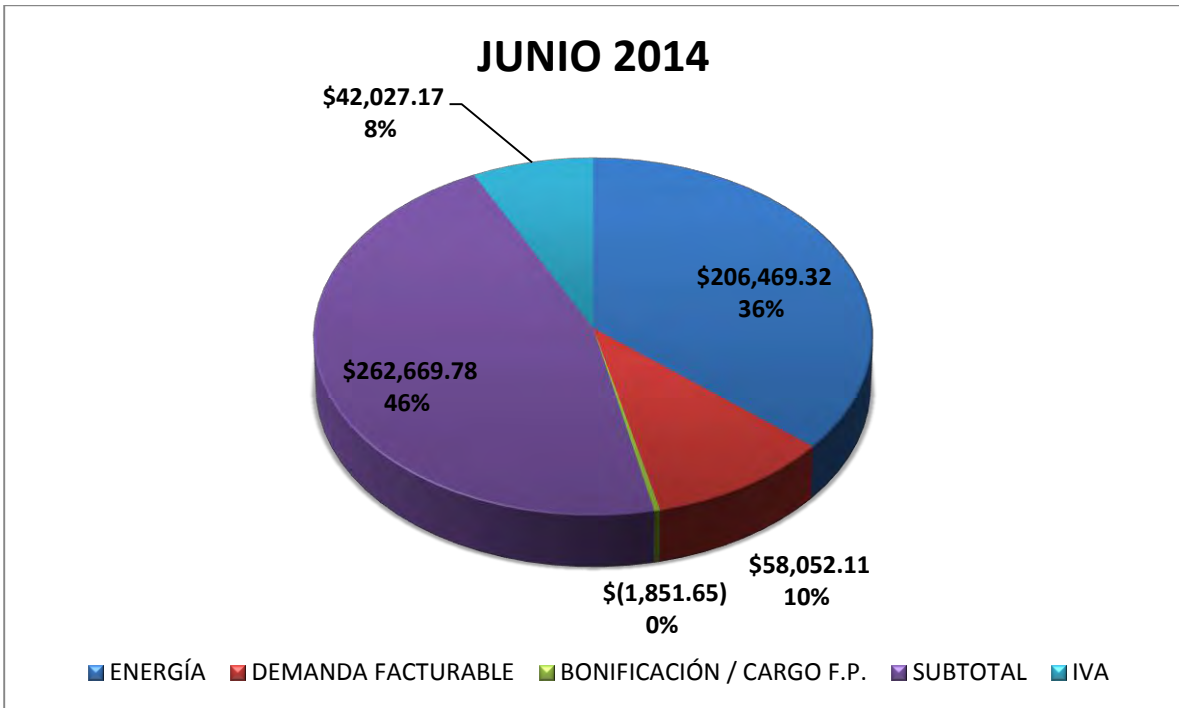


Figura 25 – Facturación total en junio de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

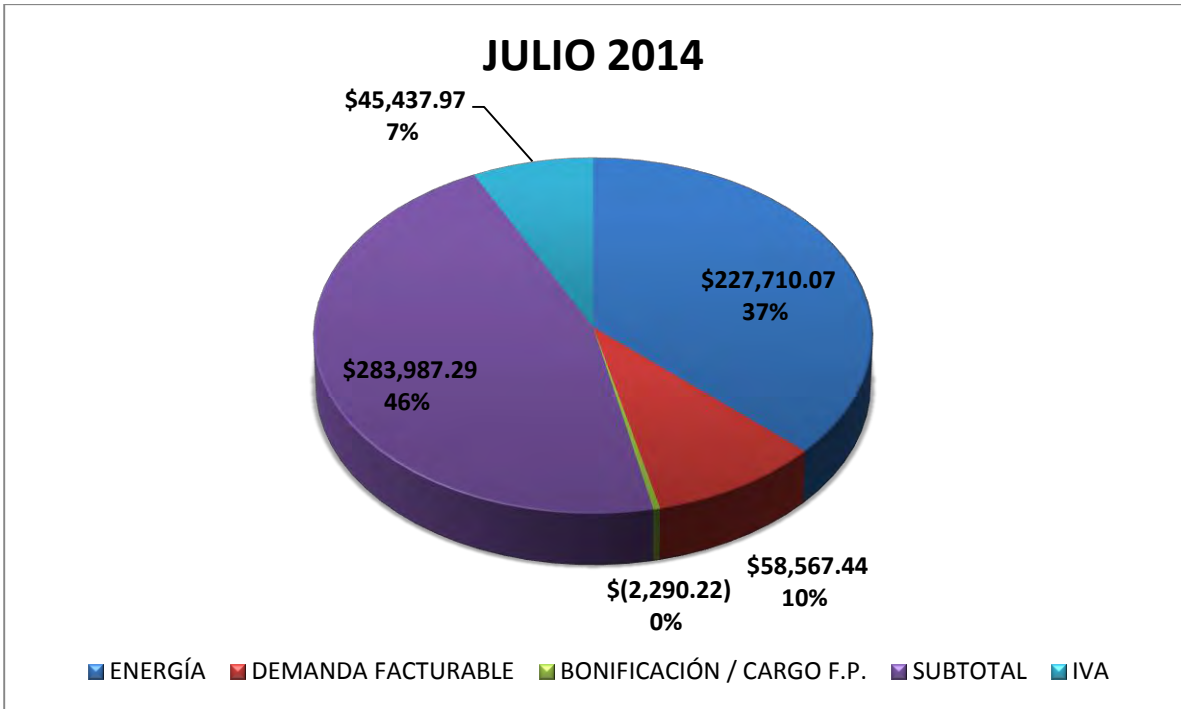


Figura 26 – Facturación total en julio de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

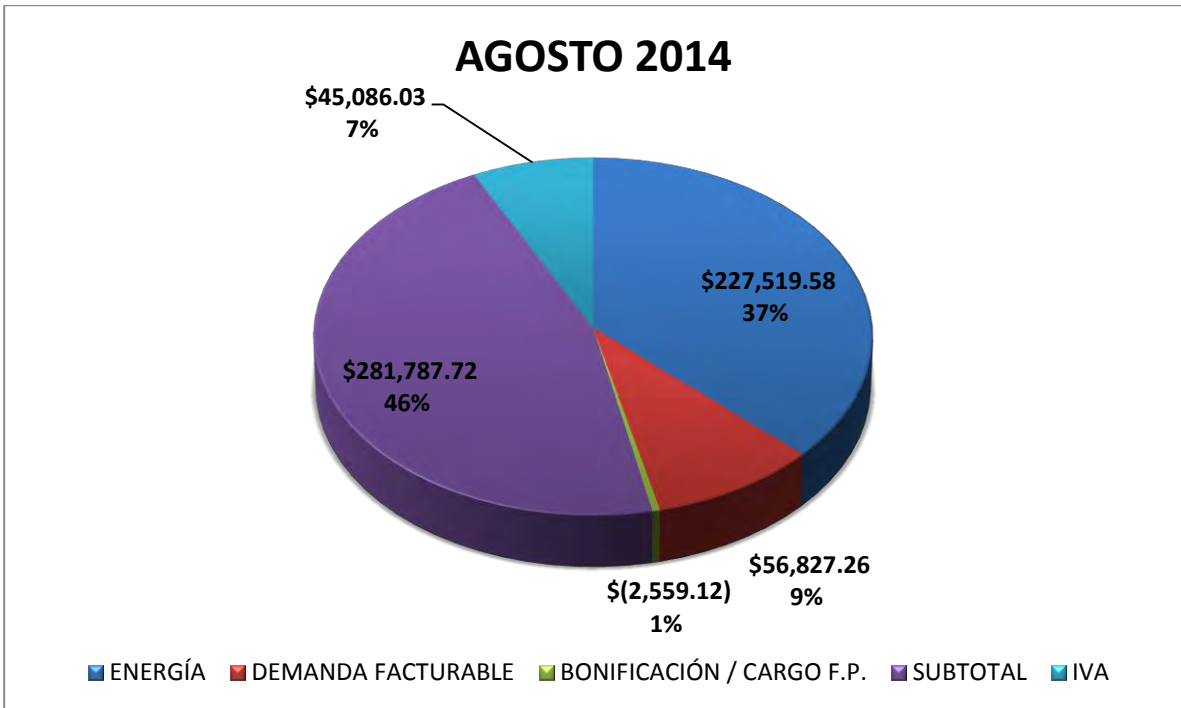


Figura 27 – Facturación total en agosto de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

Censo de cargas

El censo de cargas fue realizado mediante un recorrido por las instalaciones del Hospital General de Chetumal. Los parámetros a analizar fueron las potencias eléctricas (Watts) de los equipos eléctricos, sistemas de aire acondicionado, sistemas de iluminación, equipos especiales, etcétera. A continuación se incluyen las tablas obtenidas.

Censo de cargas de equipos normales y especiales

Tabla 7 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Primera parte (Elaboración propia, 2014).

ÁREA	EQUIPOS NORMALES				EQUIPOS ESPECIALES			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)
Área de Juegos				0				0
Dirección	PC de escritorio	1	250	250				0
	Frigobar	1	100	100				0
	Laptop	1	75	75				0
Subdirección	PC de escritorio	1	250	250				0
Coordinación	PC de escritorio	2	250	500				0
	Cafetera	1	720	720				0
	Enfriador de Agua	1	175	175				0
Trabajo Social	Laptop	1	75	75				0
Archivo Clínico	PC de escritorio	1	250	250				0
	Enfriador de Agua	1	175	175				0
Recursos Humanos	PC de escritorio	2	250	500				0
Farmacia	PC de escritorio	2	250	500	Refrigerador para Antibióticos y Anestésicos	1	450	450
Consultorio 1				0				0

Tabla 8 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Segunda parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	EQUIPOS NORMALES				EQUIPOS ESPECIALES			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)
Consultorio 2				0				0
Consultorio 4 - Odontología				0				0
Consultorio 5 - Ginecología				0				0
Consultorio 6 - Ginecología	PC de escritorio	1	250	250				0
Caja				0				0
Pasillo Trasero - Consulta Externa				0				0
Aseo				0				0
Baños Hombres - Consulta Externa				0				0
Baños Mujeres - Consulta Externa	PC de escritorio	2	250	500				0
Jefatura de Enfermería				0				0
Baño - Jefatura de Enfermería				0				0
Entrada a Hospitalización Oficina - Rayos X	Televisión	1	175	175				0
	PC de escritorio	1	250	250				0
Rayos X 1				0				0
Rayos X 1 Rayos X 2				0	Equipo Rayos X Horizontal	1	1000	1000
				0	Equipo Rayos X Vertical	1	40000	40000
Baño - Rayos X				0				0
Baño - Rayos X				0				0
Cuarto Oscuro - Rayos X								
Laboratorio de Muestras	Frigobar	1	100	100	Refrigerador - Tor-Rey	1	375	375
	PC de escritorio	2	250	500	Refrigerador - Bacteriología - QC	2	300	600
				0	Centrifugadora	2	318	636

Tabla 9 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Tercera parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	EQUIPOS NORMALES				EQUIPOS ESPECIALES			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)
Baño - Laboratorio de Muestras				0				0
Esterilización - Laboratorio de Muestras				0	Autoclave G1-311	2	1200	2400
Séptico - Laboratorio de Muestras				0				0
Toma de Muestras - Laboratorio de Muestras				0				0
Hematología - Laboratorio de Muestras	PC de Escritorio	2	250	500	Analizador Hematología - ABX Pentra 80	1	230	230
				0	Analizador Hematología	1	250	250
Orinas y Copros - Laboratorio de Muestras	PC de escritorio	2	250	500	Centrífuga Universal - SOLBAT J-40	1	300	300
	UPS Eaton 9130	2	1620	3240	Equipo - COBAS INTEGRA 400 Plus	1	1200	1200
Bacteriología - Laboratorio de Muestras	PC de escritorio	1	250	250	Equipo - COBAS b 221	1	200	200
Pasillo CEYE - UCIN - QUIRÓFANOS				0				0
C.E.Y.E.	Enfriador de Agua	1	175	175				0
Autoclaves - C.E.Y.E.				0	Autoclave 1	2	15000	30000
				0	Autoclave 2	1	18000	18000
Almacén 1 - C.E.Y.E.				0				0
Almacén 2 - C.E.Y.E.				0				0
Ropa Sucia - C.E.Y.E.				0				0
Pasillo - Área Blanca - Quirófanos				0				0

Tabla 10 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Cuarta parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	EQUIPOS NORMALES				EQUIPOS ESPECIALES			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)
Quirófano 1				0	Equipo de Anestesia - AESPIRE	1	1800	1800
				0	Lámpara de Quirófano	1	450	450
Quirófano 2				0	Equipo de Anestesia - AESPIRE	1	1800	1800
				0	Lámpara de Quirófano	1	450	450
Pasillo - Área Gris - Quirófanos				0				0
Descanso Médico / Anestesia - Quirófanos	Televisión	1	175	175				0
Expulsión - Quirófanos				0	Lámpara de Quirófano	2	150	300
				0	Cuna Térmica INTELEC	1	1100	1100
				0	Equipo de Anestesia - AESPIRE	1	1800	1800
Labor - Quirófanos				0	Monitor LG	2	216	432
Recuperación - Quirófanos				0				
Séptico - Recuperación - Quirófanos				0				0
Ropería - Recuperación - Quirófanos				0				0
Séptico - Quirófanos				0				0
Almacén 2 - Quirófanos	Enfriador de Agua	1	175	175				0
	Frigobar	1	100	100				0
Ropería - Quirófanos				0				0
Transfer de Camillas - Quirófanos				0				0
Vestidor Hombres - Quirófanos				0				0
Baño Hombres - Quirófanos				0				0

Tabla 11 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Quinta parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	EQUIPOS NORMALES				EQUIPOS ESPECIALES			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)
Vestidor Mujeres - Quirófanos				0				0
Baño Mujeres - Quirófanos				0				0
Central de Enfermería - Pediatría	Enfriador de Agua	1	175	175				0
	Frigobar	1	100	100				0
Ropería - Pediatría				0				0
Baño - Central de Enfermería - Pediatría				0				0
Séptico - Pediatría				0				0
Tamiz Neonatal	PC de escritorio	1	250	250				0
UCIP				0	Respirador Viasys VELA	1	175	175
				0	Dosificador	1	12	12
				0	Monitor LG	1	216	216
Aislado 301 - Pediatría				0				0
Aislado 302 - Pediatría				0				0
308 - 312 - Pediatría				0				0
Oficina - Pediatría	PC de escritorio	1	250	250				0
	Enfriador de Agua	1	175	175				0
	Televisión	1	175	175				0
Sanitario - Pediatría	Calentador de Agua	1	3700	3700				0
Pasillo - Pediatría	Ventilador	1	260	260				0
Pasillo - M.I. y G.O.				0				0
Aislado 101 - M.I.				0				0
Aislado 102 - M.I.				0				0
103 - 113 - M.I. y G.O.				0				0

Tabla 12 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Sexta parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	EQUIPOS NORMALES				EQUIPOS ESPECIALES			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)
114 - 125 - M.I. y G.O.				0				0
126 - 131								
Central de Enfermería - M.I. y G.O.				0				0
Oficina - Medicina Interna	PC de escritorio	1	250	250				0
Central de Enfermería - C.X. y T.O.				0				0
203 - 208				0				0
209 - 214				0				0
215 - 220				0				0
221 - 223				0				0
Aislado 201				0				0
Aislado 202				0				0
Pasillo Ortopedia				0				0
Oficina - C.X. y T.O.	PC de escritorio	1	250	250				0
Choque	Extractor de Aire AIRMATE	1	25	25	Monitor mCARE	3	216	648
				0	Dosificador BRAUN	6	12	72
				0	Respirador Viasys VELA	3	175	525
				0	Cama HILL-ROM	3	250	750
Urgencias Pediátricas				0	Unidad de Cuidado Intensivo - FANEM	1	560	560
Aislados 1 - Urgencias Pediátricas				0				0
Aislados 2 - Urgencias Pediátricas				0				0
Ropería - Urgencias Pediátricas				0				0
Urgencias				0				0

Tabla 13 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Séptima parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	EQUIPOS NORMALES				EQUIPOS ESPECIALES			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)
Aislados 1 - Urgencias				0				0
Aislados 2 - Urgencias				0				0
Desinfección - Urgencias				0				0
Pasillo - Rayos X - Urgencias				0				0
UCIN - Aislados 1 y 2				0				0
UCIN - Alojamiento Conjunto				0				0
UCIN - Incubadoras				0	Cuna Térmica INTELEC	1	1100	1100
				0	Monitor DRAGER	4	100	400
				0	Dosificador BRAUN	4	12	48
				0	Cuna Térmica DRAGER	3	375	1125
				0	Respirador VIASYS	1	862.5	862.5
Estadísticas	PC de escritorio	1	250	250				0
Mortuorio				0	Cámara Fría	1	2200	2200
Oficina Jefe - Mantenimiento	PC de escritorio	1	250	250				0
	Cafetera	1	720	720				0
Oficina Taller - Mantenimiento	Televisión	1	175	175				0
Taller - Mantenimiento	Ventilador	2	200	400				0
Almacén	PC de escritorio	1	250	250				0
	Enfriador de Agua	1	175	175				0
Lavandería				0	Secadora	3	792	2376
				0	Lavadora	2	3900	7800
Cuarto de Máquinas				0	Bomba	4	2984	11936
				0	Compresor	1	746	746

Tabla 14 – Censo de cargas de equipos normales y especiales – Octava parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	EQUIPOS NORMALES				EQUIPOS ESPECIALES			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)
Equipo A/A de PAQUETE				0				0
				0				0
				0				0
				0				0
				0				0
			Total (W)	18365			Total (W)	136124.5
			Total (kW)	18.365			Total (kW)	136.1245

Censo de cargas de equipos de iluminación

Tabla 15 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Primera parte (Elaboración propia, 2014).

ÁREA	ILUMINACIÓN					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	LUX MEDIDO	LUX RECOMENDADO
Área de Juegos	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	8	23	184	147.4	200
Dirección	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	189.2	300
Subdirección	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	305.2	300
Coordinación	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	395	300
Trabajo Social	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	4	23	92	197.2	200
Archivo Clínico	Lámparas Fluorescentes (T12)	4	60	240	239.2	200
	Lámparas Fluorescentes (T5)	12	14	168		
Recursos Humanos	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	3	23	69	636	600
	Lámparas Fluorescentes (T5)	15	14	210		
Farmacia	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	5	23	115	543	600
	Lámparas Fluorescentes (T5)	9	14	126		
Consultorio 1	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	2	23	46	428	300
	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84		
Consultorio 2	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	2	23	46	400	300
	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84		
Consultorio 3	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	2	23	46	430	300
	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84		
	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64		
Consultorio 4 - Odontología	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	2	23	46	420	300
	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84		

Tabla 16 – Censo de Cargas del sistema de iluminación – Segunda parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	ILUMINACIÓN					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	LUX MEDIDO	LUX RECOMENDADO
Consultorio 5 - Ginecología	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	2	23	46	425	300
	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84		
	Lámparas Incandescentes	1	60	60		
Consultorio 6 - Ginecología	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	2	23	46	415.5	300
	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84		
	Lámparas Incandescentes	1	60	60		
Caja	Lámparas Fluorescentes (T5)	9	14	126	530	300
Pasillo Trasero - Consulta Externa	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	15	9	135	250	100
Aseo	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	1	23	23	105.7	100
Baños Hombres - Consulta Externa	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	6	23	138	120	100
Baños Mujeres - Consulta Externa	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	6	23	138	130	100
Jefatura de Enfermería	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	6	23	138	287.7	300
Baño - Jefatura de Enfermería	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	1	23	23	116.9	100
Entrada a Hospitalización	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	8	23	184	350	100
Oficina - Rayos X	Lámparas Fluorescentes (T5)	8	14	112	540	600
Rayos X 1	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	7	23	161	322.2	200
Rayos X 2	Lámparas Fluorescentes (T5)	12	14	168	395	200
	Lámparas Fluorescentes (T12)	4	60	240		
Baño - Rayos X	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	1	23	23	122.1	100
Cuarto Oscuro - Rayos X	Lámparas Fluorescentes (T5)	3	14	42	5	60

Tabla 17 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Tercera parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	ILUMINACIÓN					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	LUX MEDIDO	LUX RECOMENDADO
Laboratorio de Muestras	Lámparas Fluorescentes (T5)	18	14	252	445	300
	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	10	23	230		
Baño - Laboratorio de Muestras	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	1	23	23	117.6	100
Esterilización - Laboratorio de Muestras	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	1	23	23	350	300
Séptico - Laboratorio de Muestras	Lámparas Fluorescentes (T5)	3	14	42	278.7	100
Toma de Muestras - Laboratorio de Muestras	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	495	300
Hematología - Laboratorio de Muestras	Lámparas Fluorescentes (T5)	18	14	252	486	300
				0		
Bacteriología - Laboratorio de Muestras	Lámparas Fluorescentes (T5)	18	14	252	112	300
Pasillo CEYE - UCIN - QUIRÓFANOS	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	12	23	276	133.5	100
C.E.Y.E.	Lámparas Fluorescentes (T12)	5	32	160	490	300
	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64		
	Lámparas Fluorescentes (T5)	2	14	28		
Autoclaves - C.E.Y.E.	Lámparas Incandescentes	2	60	120	305.1	300
Almacén 1 - C.E.Y.E.	Lámparas Fluorescentes (T5)	12	14	168	342.4	200
Almacén 2 - C.E.Y.E.	Lámparas Fluorescentes (T5)	10	14	140	366	200
Ropa Sucia - C.E.Y.E.	Lámparas Fluorescentes (T5)	12	14	168	275.6	100
Pasillo - Área Blanca - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	10	32	320	185.1	100
Quirófano 1	Lámparas Fluorescentes (T8)	4	32	128	597	600
Quirófano 2	Lámparas Fluorescentes (T8)	4	32	128	597	600
Pasillo - Área Gris - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	12	32	384	294.3	100
Descanso Médico / Anestesia - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64	156.9	300

Tabla 18 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Cuarta parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	ILUMINACIÓN					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	LUX MEDIDO	LUX RECOMENDADO
Expulsión - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	12	32	384	305.1	600
Labor - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	12	32	384	345.4	200
Recuperación - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	12	32	384	205.3	300
Séptico - Recuperación - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T5)	2	14	28	260.7	100
Ropería - Recuperación - Quirófanos	Lámpara Fluorescente (Espiral)	4	23	92	257.2	100
Séptico - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T5)	2	14	28	260.7	100
Almacén 2 - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64	366	200
Ropería - Quirófanos	Lámpara Fluorescente (Espiral)	4	23	92	257.2	100
Transfer de Camillas - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64	314.2	300
Vestidor Hombres - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64	546	200
Baño Hombres - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64	435	100
Vestidor Mujeres - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64	157.7	200
Baño Mujeres - Quirófanos	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64	293.4	100
Central de Enfermería - Pediatría	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	800	300
Ropería - Pediatría				0	257.2	100
Baño - Central de Enfermería - Pediatría				0	293.4	200
Séptico - Pediatría				0	235.8	100
Tamiz Neonatal	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	276.8	300
UCIP	Lámparas Fluorescentes (T5)	18	14	252	568	300
Aislado 301 - Pediatría	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	369	300
Aislado 302 - Pediatría	Lámparas Fluorescentes (T5)	12	14	168	358.7	300

Tabla 19 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Quinta parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	ILUMINACIÓN					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	LUX MEDIDO	LUX RECOMENDADO
308 - 312 - Pediatría	Lámparas Fluorescentes (T5)	18	14	252	546	300
Oficina - Pediatría	Lámparas Fluorescentes (T5)	9	14	126	595	300
Sanitario - Pediatría	Lámpara Fluorescente (Espiral)	1	23	23	155.7	100
Pasillo - Pediatría	Lámpara Fluorescente (Espiral)	6	23	138	155.5	100
Pasillo - M.I. y G.O.	Lámpara Fluorescente (Espiral)	15	23	345	350	100
Aislado 101 - M.I.	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	507	300
Aislado 102 - M.I.	Lámparas Fluorescentes (T5)	3	14	42	507	300
103 - 113 - M.I. y G.O.	Lámparas Fluorescentes (T5)	36	14	504	291.1	300
114 - 125 - M.I. y G.O.	Lámparas Fluorescentes (T5)	36	14	504	295.7	300
126 - 131	Lámparas Fluorescentes (T5)	18	14	252	594	300
Central de Enfermería - M.I. y G.O.	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	415	300
Oficina - Medicina Interna	Lámparas Fluorescentes (T5)	9	14	126	279	300
Central de Enfermería - C.X. y T.O.	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	463	300
203 - 208	Lámparas Fluorescentes (T5)	27	14	378	420	300
209 - 214	Lámparas Fluorescentes (T5)	27	14	378	577	300
215 - 220	Lámparas Fluorescentes (T5)	27	14	378	430	300
221 - 223	Lámparas Fluorescentes (T5)	9	14	126	277	300
Aislado 201	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	108.5	300
Aislado 202	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	108.3	300
Pasillo Ortopedia	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	15	23	345	143.8	100
Oficina - C.X. y T.O.	Lámparas Fluorescentes (T5)	9	14	126	347	300
Choque	Lámparas Fluorescentes (T8)	20	32	640	164.7	100
Urgencias Pediátricas	Lámparas Fluorescentes (T5)	15	14	210	520	300

Tabla 20 – Censo de cargas del sistema de iluminación – Sexta parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	ILUMINACIÓN					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	LUX MEDIDO	LUX RECOMENDADO
Aislados 1 - Urgencias Pediátricas	Lámparas Fluorescentes (T8)	3	32	96	603	300
Aislados 2 - Urgencias Pediátricas	Lámparas Fluorescentes (T8)	3	32	96	603	300
Ropería - Urgencias Pediátricas	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	118	100
Urgencias	Lámparas Fluorescentes (T5)	60	14	840	442	300
Aislados 1 - Urgencias	Lámparas Fluorescentes (T8)	3	32	96	582	300
Aislados 2 - Urgencias	Lámparas Fluorescentes (T8)	3	32	96	582	300
Desinfección - Urgencias	Lámparas Fluorescentes (T5)	3	14	42	115	100
Pasillo - Rayos X - Urgencias	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	8	23	184	143.8	100
UCIN - Aislados 1 y 2	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	414	300
UCIN - Alojamiento Conjunto	Lámparas Fluorescentes (T8)	2	32	64		300
UCIN - Incubadoras	Lámparas Fluorescentes (T5)	18	14	252		300
Estadísticas	Lámparas Fluorescentes (T5)	6	14	84	360	300
Mortuorio	Lámparas Fluorescentes (T8)	12	32	384	336.5	300
Oficina Jefe - Mantenimiento	Lámparas Fluorescentes (Espiral)	4	23	92	98.5	300
Oficina Taller - Mantenimiento	Lámparas Fluorescentes (T8)	1	32	32	185	300
Taller - Mantenimiento	Lámparas Fluorescentes (T8)	6	32	192	415	400
Caseta - Vigilancia	Lámpara Incandescente	1	75	75	172	100
Almacén	Lámparas Fluorescentes (T8)	8	32	256	219.3	100
Lavandería	Lámparas Fluorescentes (T8)	12	32	384	150.8	100
Cuarto de Máquinas	Lámparas Fluorescentes (T8)	8	32	256	65.6	100
			Total (W)	19015		
			Total (kW)	19.015		

Censo de cargas de equipos de aire acondicionado

Tabla 21 – Censo de cargas de aire acondicionado – Primera parte (Elaboración propia, 2014).

ÁREA	AIRE ACONDICIONADO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	CAPACIDAD TOTAL (BTU)	HUMEDAD	TEMPERATURA (°C)
Área de Juegos	Aire Acondicionado PRIME	2	2100	4200	48000	58.6	25.00
Dirección	Aire Acondicionado LG	1	1845	1845	18000	62.90	25.00
Subdirección	Aire Acondicionado YORK	1	1720	1720	12000	60.10	25.50
Coordinación	Aire Acondicionado CARRIER	1	1720	1720	18000	55.60	23.70
Trabajo Social	Aire Acondicionado LG	1	1800	1800	18000	67.40	25.30
Archivo Clínico	Aire Acondicionado YORK	2	1800	3600	18000	57.70	24.40
Recursos Humanos	Aire Acondicionado YORK	1	1800	1800	9000	55.20	24.10
Farmacia	Aire Acondicionado YORK	2	1720	3440	24000	58.30	24.70
Consultorio 1	Aire Acondicionado YORK	1	2200	2200	18000	60.40	24.30
Consultorio 2	Aire Acondicionado YORK	1	2200	2200	18000	60.40	24.30
Consultorio 3	Aire Acondicionado YORK	1	2200	2200	18000	60.40	24.30
Consultorio 4 - Odontología	Aire Acondicionado YORK	1	2200	2200	18000	60.40	24.30
Consultorio 5 - Ginecología	Aire Acondicionado YORK	1	2200	2200	18000	60.40	24.30
Consultorio 6 - Ginecología	Aire Acondicionado YORK	1	2200	2200	18000	60.40	24.30
Caja	Aire Acondicionado YORK	1	1720	1720	9000	62.70	23.80
Pasillo Trasero - Consulta Externa				0	PAQUETE	63.5	21.10
Asco				0	PAQUETE	63.1	21.10

Tabla 22 – Censo de cargas de aire acondicionado – Segunda parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	AIRE ACONDICIONADO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	CAPACIDAD TOTAL (BTU)	HUMEDAD	TEMPERATURA (°C)
Baños Mujeres - Consulta Externa				0	PAQUETE	58.8	23.00
Baños Hombres - Consulta Externa				0	PAQUETE	58.8	23.00
Jefatura de Enfermería	Aire Acondicionado YORK	1	1720	1720	9000	52.60	25.60
Baño - Jefatura de Enfermería				0	PAQUETE	78.7	23.50
Entrada a Hospitalización				0	PAQUETE	50.7	29.50
Oficina - Rayos X				0	PAQUETE	26.8	23.50
Rayos X 1	Aire Acondicionado PRIME	1	2100	2100	24000	56.40	25.50
Rayos X 2	Aire Acondicionado CLEAR	1	2300	2300	24000	56.90	27.10
Baño - Rayos X				0	PAQUETE	58.8	23.00
Cuarto Oscuro - Rayos X	Aire Acondicionado YORK	1	1720	1720	12000	56.10	25.90
Laboratorio de Muestras	Aire Acondicionado PRIME	2	1135	2270	24000	56.30	24.80
Baño - Laboratorio de Muestras				0	PAQUETE	60.1	23.00
Esterilización - Laboratorio de Muestras				0	PAQUETE	60.1	21.10
Séptico - Laboratorio de Muestras				0	PAQUETE	60.1	21.10
Toma de Muestras - Laboratorio de Muestras	Aire Acondicionado PRIME	1	1135	1135	12000	53.40	25.40
Hematología - Laboratorio de Muestras	Aire Acondicionado PRIME	1	1135	1135	12000	48.60	22.60
Orinas y Copros - Laboratorio de Muestras	Aire Acondicionado LENNOX	1	1800	1800	12000	51.80	26.80
Bacteriología - Laboratorio de Muestras	Aire Acondicionado PRIME	1	1135	1135	12000	56.30	26.30
Pasillo CEYE - UCIN - QUIRÓFANOS				0	PAQUETE	50.7	29.50
C.E.Y.E.	Aire Acondicionado Inverter LENNOX	1	2220	2220	22000	56.20	25.20

Tabla 23 – Censo de cargas de aire acondicionado – Tercera parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	AIRE ACONDICIONADO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	CAPACIDAD TOTAL (BTU)	HUMEDAD	TEMPERATURA (°C)
Autoclaves - C.E.Y.E.				0	NO		
Almacén 1 - C.E.Y.E.				0	PAQUETE	56.2	25.20
Almacén 2 - C.E.Y.E.				0	PAQUETE	56.2	25.20
Ropa Sucia - C.E.Y.E.				0	PAQUETE	56.2	25.20
Pasillo - Área Blanca - Quirófanos				0	PAQUETE	63.2	20.70
Quirófano 1				0	PAQUETE	65	20.10
Quirófano 2				0	PAQUETE	65	20.10
Pasillo - Área Gris - Quirófanos				0	PAQUETE	63.2	20.70
Descanso Médico / Anestesia - Quirófanos				0	PAQUETE	62.6	20.00
Expulsión - Quirófanos				0	PAQUETE	60.7	21.30
Labor - Quirófanos				0	PAQUETE	58.8	21.80
Recuperación - Quirófanos				0	PAQUETE	56.7	21.50
Séptico - Recuperación - Quirófanos				0	PAQUETE	61.1	23.00
Ropería - Recuperación - Quirófanos				0	PAQUETE	61.1	23.00
Séptico - Quirófanos				0	PAQUETE	58.7	22.10
Almacén 2 - Quirófanos				0	PAQUETE	58.8	21.20
Ropería - Quirófanos				0	PAQUETE	61.1	23.00

Tabla 24 – Censo de cargas de aire acondicionado – Cuarta parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	AIRE ACONDICIONADO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	CAPACIDAD TOTAL (BTU)	HUMEDAD	TEMPERATURA (°C)
Transfer de Camillas - Quirófanos				0	PAQUETE	63.5	21.10
Vestidor Hombres - Quirófanos				0	PAQUETE	63.5	22.10
Baño Hombres - Quirófanos				0	PAQUETE	58.8	23.00
Vestidor Mujeres - Quirófanos				0	PAQUETE	58.8	23.00
Baño Mujeres - Quirófanos				0	PAQUETE	58.8	23.00
Central de Enfermería - Pediatría				0	PAQUETE	52.6	25.60
Ropería - Pediatría				0	PAQUETE	61.1	23.00
Baño - Central de Enfermería - Pediatría				0	PAQUETE	67	26.00
Séptico - Pediatría				0	PAQUETE	58.8	21.80
Tamiz Neonatal	Aire Acondicionado MIRAGE	1	840	840	9000	48.6	28.50
UCIP	Aire Acondicionado Inverter LENNOX	1	1920	1920	18000	55.8	25.70
Aislado 301 - Pediatría	Aire Acondicionado JAPANDO	1	1000	1000	12000	55.8	25.70
Aislado 302 - Pediatría	Aire Acondicionado Inverter LENNOX	1	1500	1500	12000	55.2	26.10
308 - 312 - Pediatría	Aire Acondicionado Inverter LENNOX	1	2220	2220	22000	55.8	25.70
Oficina - Pediatría	Aire Acondicionado JAPANDO	1	1000	1000	12000	53.6	27.70

Tabla 25 – Censo de cargas de aire acondicionado – Quinta parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	AIRE ACONDICIONADO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	CAPACIDAD TOTAL (BTU)	HUMEDAD	TEMPERATURA (°C)
Sanitario - Pediatría				0	PAQUETE	56	26.00
Pasillo - Pediatría				0	PAQUETE	59.3	27.20
Pasillo - M.I. y G.O.				0	PAQUETE	56.5	26.20
Aislado 101 - M.I.	Aire Acondicionado CARRIER	1	1720	1720	9000	56.2	25.50
Aislado 102 - M.I.	Aire Acondicionado CARRIER	1	1720	1720	9000	56.2	27.00
103 - 113 - M.I. y G.O.	Aire Acondicionado Inverter LENNOX	1	2220	2220	22000	54.5	26.80
114 - 125 - M.I. y G.O.	Aire Acondicionado Inverter LENNOX	1	2220	2220	22000	54.3	26.70
126 - 131	Aire Acondicionado Inverter LENNOX	1	2220	2220	22000	62.9	24.50
Central de Enfermería - M.I. y G.O.				0	PAQUETE	56.2	27.00
Oficina - Medicina Interna	Aire Acondicionado JAPANDO	1	1000	1000	12000	53.6	27.70
Central de Enfermería - C.X. y T.O.				0	PAQUETE	60.6	26.50
203 - 208	Aire Acondicionado MIRAGE	1	2000	2000	26000	59.5	25.80
209 - 214	Aire Acondicionado BENELUX	1	2300	2300	24000	55.7	25.40
215 - 220	Aire Acondicionado Inverter LENNOX	1	2220	2220	22000	55.2	25.50
221 - 223	Aire Acondicionado Inverter LENNOX	1	1920	1920	18000	53.9	25.20
Aislado 201	Aire Acondicionado LENNOX	1	1800	1800	12000	53.7	26.60
Aislado 202	Aire Acondicionado LENNOX	1	1800	1800	12000	53.2	26.90
Pasillo Ortopedia				0	PAQUETE	59.5	26.50

Tabla 26 – Censo de cargas de aire acondicionado – Sexta parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	AIRE ACONDICIONADO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	CAPACIDAD TOTAL (BTU)	HUMEDAD	TEMPERATURA (°C)
Oficina - C.X. y T.O.				0	PAQUETE	56.3	25.00
Choque				0	PAQUETE	66.7	24.70
Urgencias Pediátricas				0	PAQUETE	59.3	24.20
Aislados 1 - Urgencias Pediátricas				0		59.5	24.70
Aislados 2 - Urgencias Pediátricas				0		59.5	24.70
Ropería - Urgencias Pediátricas				0		59.4	24.50
Urgencias				0	PAQUETE	59.7	25.20
Aislados 1 - Urgencias				0		59.9	25.70
Aislados 2 - Urgencias				0		59.9	25.70
Desinfección - Urgencias				0		59.8	25.50
Pasillo - Rayos X - Urgencias				0	PAQUETE	59.5	26.50
UCIN - Aislados 1 y 2				0		60	24.60
UCIN - Alojamiento Conjunto				0		60	24.60
UCIN - Incubadoras	Aire Acondicionado LG	2	1800	3600	24000	59.3	24.20
	Aire Acondicionado MIRAGE	1	2000	2000	26000		
Estadísticas	Aire Acondicionado LENNOX	1	1800	1800	12000	53.7	25.40
Mortuorio				0	0	67.7	28.80
Oficina Jefe - Mantenimiento				0	12000	48	26.70
Oficina Taller - Mantenimiento				0	0	58.3	28.30
Taller - Mantenimiento				0	0	58.3	28.60
Caseta - Vigilancia				0	0	61.3	27.60
Almacén				0	0	63.5	27.60
Lavandería				0	0	65.5	26.90

Tabla 27 – Censo de cargas de aire acondicionado – Séptima parte (*Elaboración propia, 2014*).

ÁREA	AIRE ACONDICIONADO						
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA UNITARIA (W)	CARGA TOTAL (W)	CAPACIDAD TOTAL (BTU)	HUMEDAD	TEMPERATURA (°C)
Cuarto de Máquinas				0	0	64.3	28.50
Equipo A/A de PAQUETE	A/A de Paquete CARRIER - 50TFF012	1	34300	34300	120000		
	A/A de Paquete CARRIER	2	37500	75000	240000		
	A/A de Paquete CARRIER - 50ZP060X3	1	6682	6682	60000		
	A/A de Paquete CARRIER	1	62100	62100	240000		
	A/A de Paquete - TEMPTSTAR - PAS120H000AA	1	34300	34300	120000		
			Total (kW)	303.98		Total (BTU)	1594000

Conclusiones

Tabla 28 – Distribución de cargas instaladas (*Elaboración propia, 2014*).

TIPO DE CARGA	POTENCIA	
Equipos normales	18365	W
Equipos especiales	136124.5	W
Iluminación	19015	W
Aire acondicionado	303982	W

Tabla 29 – Total de carga instalada (*Elaboración propia, 2014*).

DESCRIPCIÓN	POTENCIA	
Carga total instalada	477486.5	W
Carga total instalada	477.4865	kW

La demanda contratada por el Hospital General de Chetumal es de 592kW y tras el censo de cargas se logra obtener una carga total instalada de 477kW, la cual aun cuando esté indicada como instalada no es sinónimo de que entre en funcionamiento toda la carga al mismo tiempo, ya que esto depende del uso que tenga el personal hacia el equipo.

Con la ayuda de la Figura 28 se observa la distribución de las cargas en sus respectivas categorías, notando que de gran manera la mayor carga conectada a la red es por parte del sistema de aire acondicionado, mientras que las cargas del sistema de iluminación son las que cuentan la menor carga total conectada a la red.



Figura 28 – Porcentaje de cargas conectadas en el Hospital General (Elaboración propia, 2014).

CAPÍTULO III – Análisis del sistema de iluminación

Los sistemas de iluminación son un tema complejo debido a la gran variedad de equipos existentes, estos equipos son de gran importancia debido a que son utilizados en las distintas áreas, por esta razón es que el hombre se ha visto en la necesidad de corregir y mejorar estos sistemas a medida que va transcurriendo el tiempo, ya que se adquieren beneficios que contribuyen al bienestar y desarrollo de la sociedad.

Los sistemas de iluminación, proporcionan un servicio que tiene por objeto fundamental alumbrar el área o lugar en la cual se desenvuelve el hombre, a fin de facilitar y crear condiciones ambientales que contribuyan al buen desenvolvimiento de las actividades humanas de acuerdo a los requerimientos que se tengan.

En la industria, la iluminación ha tomado importancia para que se tengan niveles de iluminación adecuados. Esto ofrece riesgos alrededor de ciertos ambientes de trabajo como problemas de deslumbramiento y síntomas oculares asociados con niveles arriba de los 100 luxes.

Toda instalación de alumbrado debe proporcionar una iluminación adecuada con objeto de que las personas vean lo suficientemente bien para poder realizar de forma idónea sus tareas. Una iluminación inadecuada o insuficiente incide negativamente en el desarrollo de cualquier actividad.

Un porcentaje de los consumos de energía que se utiliza para las funciones del Hospital General de Chetumal se debe al sistema de iluminación por esta razón de este trabajo.

Conceptos generales de iluminación

Antes de abordar el tema de luminarias que contiene el sistema de alumbrado del Hospital General de Chetumal se debe tener claros los conceptos usados en el lenguaje del alumbrado e iluminación para comprender adecuadamente la secuencia en un estudio de alumbrado, es por

esta razón que se harán mención de algunos de los conceptos que se manejan. Para el alcance del trabajo en cuestión basta tener claro los siguientes conceptos.

Candela (*Cd*)

La candela la cantidad física básica internacional en todas las medidas de luz; las demás unidades se derivan de ella. Una vela corriente en dirección horizontal una intensidad luminosa de aproximadamente una candela.

La intensidad se define como la intensidad de flujo a través de un ángulo sólido en una dirección determinada. La unidad utilizada para medir la intensidad (*I*) es la candela (*Cd*)

Lumen (*Lm*)

Un lumen es flujo de luz que incide sobre una superficie de 1 metro cuadrado, la totalidad de cuyos puntos diste 1 metro de una fuente puntual teórica que tenga una intensidad luminosa de 1 candela en todas direcciones.

La diferencia entre el lumen y la candela reside en que aquel es una medida del flujo luminoso, independiente de la dirección

Lux (*lx*)

Un lux es la iluminación en un punto (*A*) sobre una superficie que dista en dirección perpendicular, un metro de una fuente puntual de una candela De la definición de lumen se deduce que un lumen uniformemente distribuido en un metro cuadrado sé superficie produce una iluminación de un lux.

La iluminación es la densidad de flujo luminoso sobre una superficie. Cuando la unidad de flujo es el lumen y el área está expresada en pies cuadrados, la unidad de iluminación es la bujía*-pie o foot candles (*fC*), y cuando el área está expresada en metros cuadrados, la unidad de iluminación es el lux (*lx*)

La curva de distribución es la representación gráfica del comportamiento de la intensidad luminosa emitida por una luminaria. Se representa en coordenadas polares y los valores están dados en candelas.

Una lámpara es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía luminosa.

Censo de cargas de iluminación

Para realizar una recomendación correcta con base al buen desempeño o aspectos a modificar para una óptima eficiencia energética, es necesario realizar el censo de cargas del sistema de iluminación. El mismo fue elaborado mediante un recorrido por las instalaciones del Hospital General de Chetumal, y en el cual se obtiene información de la Tabla 15 a la Tabla 20, que el equipo instalado consta de luminarias fluorescentes de espiral de 23W, luminaria fluorescente tipo tubo T8 de 32W y T5 de 14W. También se encuentran instaladas una mínima cantidad de lámparas incandescentes, las cuales se encuentran en desuso y se sugiere su cambio inmediato.

Con ayuda de la Figura 28 y de la Tabla 30 se considera que el sistema total de iluminación existente representa el 4% del total de cargas instalada en el Hospital General, con un total de 19.015kW.

Tabla 30 – Sistema de iluminación actual (*Elaboración propia, 2014*).

Sistema de iluminación actual			
Tipo de Iluminación	Cantidad	Potencia Luminaria (W)	Potencia Luminaria Total (kW)
Lámpara Fluorescente T5	663	14	9.28
Lámpara Fluorescente T8	163	32	5.22

Lámpara Fluorescente T12	9	60	0.54
Lámpara Fluorescente (Espiral)	164	23	3.77
Lámpara Incandescente	5	60	0.30
		POTENCIA TOTAL (kW)	19.11

A lo largo del recorrido se apreció que en ciertas áreas se contaba con una superávit de luminosidad, mientras que en otras existe un déficit de iluminación, con lo cual se sugiere que se haga un cambio en las áreas críticas para ejercer un buen ambiente laboral.

Nivel de luminosidad

Iluminación industrial

Es aquel sistema de iluminación cuya principal finalidad es facilitar la visualización de las cosas en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad.

Efectos de una deficiente iluminación

Cuando se realiza un trabajo en malas condiciones de iluminación puede aparecer una fatiga visual y del sistema nervioso central, resultante del esfuerzo requerido para interpretar señales insuficientemente netas o equívocas y parcialmente una fatiga muscular por mantener una postura incómoda.

La disminución de la eficacia visual puede aumentar el número de errores y accidentes así como la carga visual y la fatiga durante la ejecución de las tareas; también se pueden producir accidentes como consecuencia de una iluminación deficiente en las vías de circulación, escaleras y otros lugares de paso.

Niveles de iluminación en la NOM-025-STPSS-2008

Para desarrollar un buen ambiente laboral en el área de iluminación tienen que usarse niveles de iluminación aconsejables para cada tipo de labor realizada. En la norma oficial NOM-025-STPSS-2008 se localizan tablas donde indican los niveles permisibles para cada una de las áreas que se manejan en el campo laboral.

En el caso de áreas hospitalarias, fueron usadas las tablas de niveles permisibles de iluminación de la normal oficial NOM-025-STPSS-1994, ya que es ahí donde indican con mayor exactitud las áreas de uso en un hospital.

Tabla 31 – Niveles mínimos de iluminación de acuerdo al área de trabajo (NOM-025-STPSS-2008).

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (lx)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750

Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • De bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados • Exactas y muy prolongadas. • Muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

Tabla 32 – Niveles mínimos de iluminación (*NOM-025-STPSS-1994*).

Hospitales	
Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (lx)
Salas de preparación y anestesia	200
Autopsia y anfiteatro	
Mesa de autopsia 1400	1400
Sala de autopsia (iluminación general)	600
Anfiteatro (iluminación general)	100
Central de instrumentos esterilizados	
Iluminación general	200
Afilado agujas	900
Sala de Citoscópica	
Iluminación general	600
Mesa citoscópica	14000
Sala Dental	
Cuarto de espera	200
Cirugía dental (iluminación general)	400
Silla dental	6000
Laboratorio (banco de trabajo)	600
Salas de recuperación	30
Sala de electroencefalogramas	
Oficina	600

Cuarto de trabajo	200
Sala de espera	200
Salas de emergencia	
Iluminación general	600
Iluminación localizada	9000
Salas de electrocardiogramas, de metabolismo y de muestras	
Iluminación general	100
Mesa de muestras	300
Salas de reconocimiento y tratamiento	
Iluminación general	300
Mesa de reconocimiento	600
Sala de ojos, oídos, nariz y garganta	
Cuarto oscuro	60
Cuarto de reconocimiento y tratamiento	300
Sala de fracturas	
Iluminación general	300
Mesa de fracturas	1100
Laboratorio	
Cuartos de ensayo	200
Mesas de trabajo	300
Trabajos más precisos	600
Vestíbulos	200
Salas de reposo	200
Cuartos para archivar historias clínicas	600
Sala de Rayos X	
Radiografía y fluoroscopia	60
Terapia superficial y conjunta	60
Cuarto oscuro	60
Sala para ver placas	200
Archivos, revelado	200
Closet de blancos	60

Guardería infantil	
Iluminación general	60
Mesa de reconocimiento	400
Cuarto de juego, pediátrico	200
Obstetricia	
Cuarto de limpieza (instrumentos)	200
Sala de preparación	100
Sala de partos (iluminación general)	600
Mesa para partos	14000
Farmacia	
Iluminación general	600
Mesa de trabajo	600
Cuartos privados y salas comunes	
Iluminación general	60
Iluminación localizada (lectura)	200
Área para desequilibrados mentales	60
Tratamientos con isótopos radioactivos	
Laboratorio radioquímico	200
Mesa de reconocimiento	300
Cirugía	
Cuarto de limpieza (instrumentos)	600
Sala de operaciones (iluminación general)	600
Lavabo de cirujanos	200
Mesa para partos	14000
Sala de restablecimiento	200
Terapia	
Física	100
Ocupacional	200
Salas de espera	200
Cuarto de utilería	100
Puesto de enfermeras	

Iluminación general	100
Escritorio	300
Mostrador para medicinas	600

Conclusiones

Debido a que un cambio en el número de luminarias y su reubicación en las instalaciones es poco factible ya que la mayor parte se encuentra con cierto tiempo de vida útil transcurrido, se recomienda cambiar todas las lámparas T12 por lámparas T8, mientras que en algunas áreas donde existen lámparas T8 se recomienda el cambio al modelo T5. A partir de la Tabla 30 se aprecian la cantidad de luminarias que existen en el sistema actual.

A continuación se presenta una primera propuesta de cambio, con la cual se pretende una disminución de la demanda energética.

Tabla 33 – Primera propuesta de cambio en el sistema de iluminación (*Elaboración propia, 2014*).

Sistema de iluminación – Primera propuesta			
Tipo de iluminación	Cantidad	Potencia luminaria (W)	Potencia luminaria total (kW)
Lámpara fluorescente T5	753	14	10.54
Lámpara fluorescente T8	113	32	3.62
Lámpara fluorescente T12	0	60	0.00
Lámpara fluorescente espiral – Philips 23W	169	23	3.89
Lámpara incandescente	0	60	0.00
		Potencia total (kW)	18.05

Tabla 34 – Demanda obtenida con el cambio de la primera propuesta (*Elaboración propia, 2014*).

Potencia – Primera propuesta		
Potencia total actual	19.11	kW
Potencia total propuesta	18.05	kW
Diferencia	1.07	kW

Tabla 35 – Inversión en el sistema de iluminación con la primera propuesta (*Elaboración propia, 2014*).

Inversión – Primera propuesta			
Concepto	Cantidad	Precio unitario (IVA incluido) (M.N.)	Total
Kit de iluminación T5 (Gabinete + 3 Luminarias T5 14W + Balastro)	30	\$1,098.52	\$32,955.60
Kit de iluminación T8 (Gabinete + 2 Luminarias T8 32W + Balastro)	5	\$871.53	\$4,357.66
Lámpara fluorescente espiral – Philips 23W	5	\$41.75	\$208.75
		Subtotal	\$37,522.01
		Mano de obra	\$9,380.50
		Total	\$46,902.51

Así mismo, se presenta una segunda propuesta de cambio, con la cual se pretende una mayor disminución de la demanda energética con unas pequeñas modificaciones a la propuesta presentada anteriormente.

Tabla 36 – Segunda propuesta de cambio en el sistema de iluminación (*Elaboración propia, 2014*).

Sistema de iluminación – Segunda propuesta			
Tipo de iluminación	Cantidad	Potencia luminaria (W)	Potencia luminaria total (kW)
Lámpara fluorescente T5	753	14	10.54
Lámpara fluorescente T8	113	32	3.62

Lámpara fluorescente T12	0	60	0.00
Lámpara fluorescente espiral – GE 14W	169	14	2.37
Lámpara incandescente	0	60	0.00
		Potencia total (kW)	16.52

Tabla 37 – Demanda obtenida con el cambio de la segunda propuesta (*Elaboración propia, 2014*).

Potencia – Segunda propuesta		
Potencia total actual	19.11	kW
Potencia total propuesta	16.52	kW
Diferencia	2.59	kW

Tabla 38 – Inversión en el sistema de iluminación con la segunda propuesta (*Elaboración propia, 2014*).

Inversión – Segunda propuesta			
Concepto	Cantidad	Precio unitario (IVA incluido) (M.N.)	Total
Kit de iluminación T5 (Gabinete + 3 Luminarias T5 14W + Balastro)	30	\$1,098.52	\$32,955.60
Kit de iluminación T8 (Gabinete + 2 Luminarias T8 32W + Balastro)	5	\$871.53	\$4,357.66
Lámpara fluorescente espiral – GE 14W	169	\$35.75	\$6041.75
		Subtotal	\$43,355.01
		Mano de obra	\$10,838.75
		Total	\$54,193.76

Como se aprecia en la Tabla 33, solo se realiza un cambio mínimo en las luminarias instaladas, en la cual la Tabla 34 muestra que genera una demanda de energía de 1.07kW menor a la que actualmente está instalada, lo cual en la Tabla 35 se ve que la inversión para realizar el cambio es de \$46,902.51.

A su vez, de la Tabla 36 a la Tabla 38 se aprecia un mayor cambio en el sistema de iluminación propuesto, el cual genera una demanda de energía aún menor que la que se tendría con un pequeño cambio en el sistema actual. Este cambio sería con una inversión de \$54,193.76.

A continuación se agregan las tablas mediante las cuales se analizan el ahorro que generarían dichas propuestas y el tiempo de recuperación de dicha inversión.

Tabla 39 – Cargos de energía y demanda en el mes de noviembre de 2014 (*Elaboración propia, 2014*).

Cargo Energía Base (kWh)	Cargo Energía Intermedio (kWh)	Cargo Energía Punta (kWh)	Cargo Demanda Facturable (kW)
\$0.9815	\$1.1918	\$2.0764	\$187.26

Tabla 40 – Potencia ahorrada con el uso del sistema de iluminación de la primera propuesta (*Elaboración propia, 2014*).

Potencia ahorrada – Primera propuesta		
Potencia ahorrada (kW)	Horas de uso (h)	Tipo de horario
1.07	8	Intermedio
1.07	4	Punta

Tabla 41 – Tiempo de recuperación con base a la primera propuesta (*Elaboración propia, 2014*).

Ahorro – Primera propuesta						
Ahorro - Consumo de Energía - Diario	Ahorro - Consumo de Energía - Mensual	Ahorro - Demanda Facturable (kW)	Ahorro - Demanda Facturable (\$)	Ahorro Total Mensual (\$)	Ahorro Total Anual (\$)	Tiempo de Recuperación de Inversión (AÑOS)
\$19.00	\$569.99	\$1.38	\$259.26	\$829.25	\$9,950.99	3.54

Tabla 42 – Potencia ahorrada con el uso del sistema de iluminación de la segunda propuesta (*Elaboración propia, 2014*).

Potencia ahorrada – Segunda Propuesta		
Potencia Ahorrada (kW)	Horas de Uso (h)	Tipo de Horario
2.59	8	Intermedio
2.59	4	Punta

Tabla 43 – Tiempo de recuperación con base a la segunda propuesta (*Elaboración propia, 2014*).

Ahorro – Segunda propuesta						
Ahorro - Consumo de Energía - Diario	Ahorro - Consumo de Energía - Mensual	Ahorro - Demanda Facturable (kW)	Ahorro - Demanda Facturable (\$)	Ahorro Total Mensual (\$)	Ahorro Total Anual (\$)	Tiempo de Recuperación de Inversión (AÑOS)
\$46.13	\$1,384.03	\$3.36	\$629.53	\$2,013.56	\$24,162.69	1.64

Con ayuda de la Tabla 41 y la Tabla 43 se observa que la propuesta que conviene más al usuario es la segunda, aun cuando se aprecia en la Tabla 38 que la inversión es mayor a la de la primera propuesta.

CAPÍTULO IV – Balance energético y sistemas de aire acondicionado

El análisis del comportamiento térmico de la envolvente se llevó a cabo con base a la NOM-008-ENER-01 para la determinación de las cargas térmicas en la envolvente, así como la metodología de Miranda (2004), para determinar las demás cargas térmicas derivadas por otros conceptos, tales como cargas térmicas por infiltración, por personas, por iluminación, por equipo eléctrico que genera calor, etcétera.

De esta manera, se podrá resolver y satisfacer las necesidades de la institución, garantizando un servicio óptimo y minimizando costos.

Métodos de cálculo de cargas térmicas

Es de suma importancia para el ser humano usar los equipos de aire acondicionado, son imprescindibles hoy en día el uso de estos, ya que gracias a ellos se obtiene un estado de bienestar, donde se puede laborar, descansar o dormir en óptimas condiciones. La combinación adecuada de temperatura y humedad en diferentes ambientes promueve o limita la capacidad de las personas además de que influye en el estado de ánimo de estas.

En contraparte, cabe señalar que en los edificios el aire acondicionado es uno de los elementos que más energía consumen. En un edificio comercial representa 40% del consumo de energía, en un hospital 23%, en un hotel 22% y en un edificio de oficinas 34%, en la Figura 29 se observa de mejor manera esto antes mencionado.

Consumo de energía eléctrica por aires acondicionados en edificios



Figura 29 – Porcentaje de consumo de los aires acondicionados en edificios (Aragón, 2014).

En la Figura 30 se observa qué tipo de equipo es el que consume mayor energía eléctrica en un hogar promedio que cuenta con aire acondicionado.

Consumo de electricidad de los aparatos en 2009



Figura 30 – Porcentaje de consumo eléctrico a nivel nacional en el 2009 en un hogar promedio que cuenta con climatización (Aragón, 2014).

La reducción del consumo energético en el mundo se ha vuelto una prioridad especialmente en el sector industrial, pero el sector de las edificaciones no se queda exento. Es importante mencionar que en la mayoría de los casos las personas no tiene la educación o el debido conocimiento de usar los equipos de aire acondicionado, en ocasiones solo se retiran del recinto, dejando encendido el equipo y este consumiendo energía. Es por esto que la climatización conlleva un conjunto de conocimientos de arquitectura e ingeniería, para poder resolver estos problemas.

Un sistema de aire acondicionado bien proyectado y ejecutado, orientado hacia el ahorro de energía, debe contar con equipos eficientes, a esto debe agregarse una correcta operación y un buen cálculo para determinar el equipo a instalar.

Para acondicionar un local hay que extraer o introducir calor, dependiendo en que estación del año se encuentre y de cual sea la necesidad de los ocupantes.

El cálculo de las cargas térmicas permite determinar la cantidad de energía que en forma de calor o frío hay que suministrar a un local, mediante un sistema de calefacción o refrigeración para mantener las condiciones térmicas de diseño (temperatura y humedad). En pocas palabras la carga térmica, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (confort humano).

Existen muchas variables que afectan el cálculo de cargas térmicas, en ocasiones son difíciles para definir de forma precisa. La variación en los coeficientes de transmisión de calor de los materiales, la forma de construcción, orientación del edificio y la manera en cómo actúan las cargas en el interior de un recinto, como se muestra en la Figura 31 son algunas de las consideraciones en tomarse en cuenta a la hora de este cálculo.

Si tales variables alteran la temperatura de los locales se denominan cargas sensibles; si hace variar el contenido de vapor de agua, la carga recibe la denominación de cargas latentes.

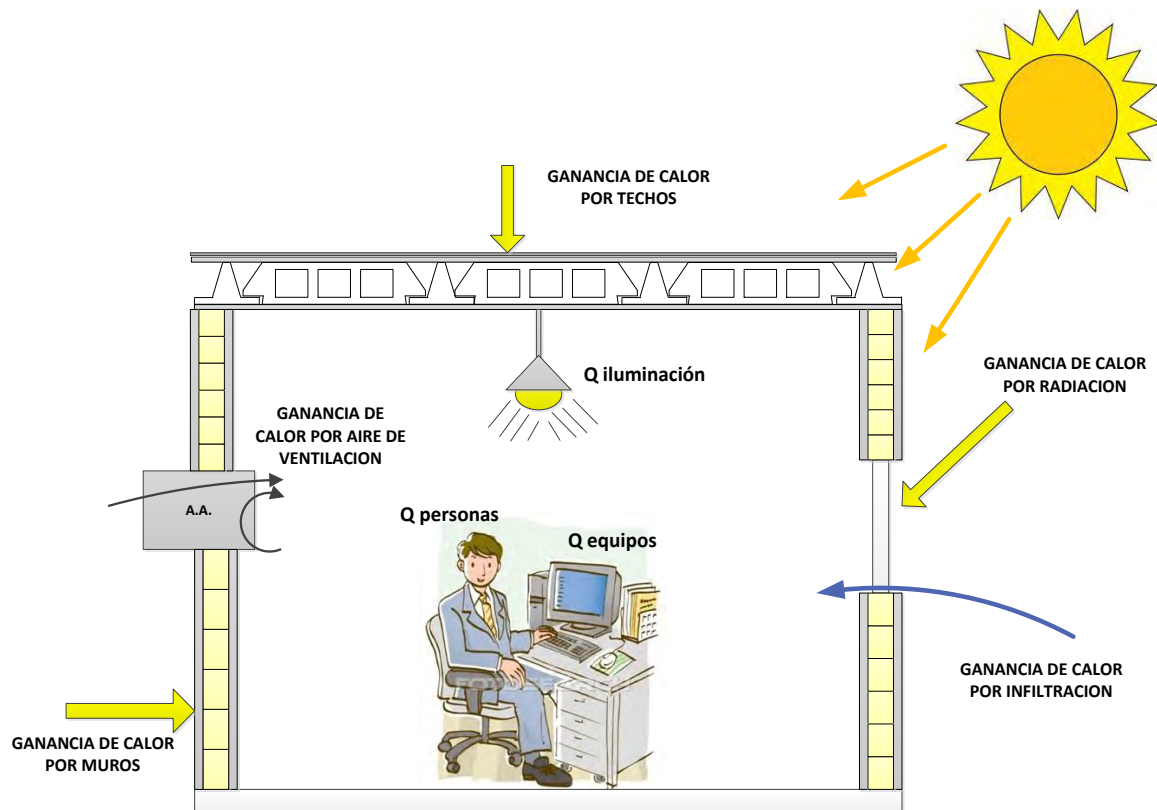


Figura 31 – Cargas térmicas a considerarse en verano (Aragón, 2014).

Métodos más empleados

Hoy en día, encontramos diferentes métodos para el cálculo de cargas térmicas. En la Figura 32 se muestran cinco de los métodos más empleados tradicionalmente, comparando la complejidad y precisión de cada uno. Como es de esperarse, se obtiene más precisión cuando el método es más complicado. En los siguientes subtítulos se describen cada uno de los métodos de cargas térmicas, comenzando desde el menos preciso y complejo hasta llegar a los más efectivos.

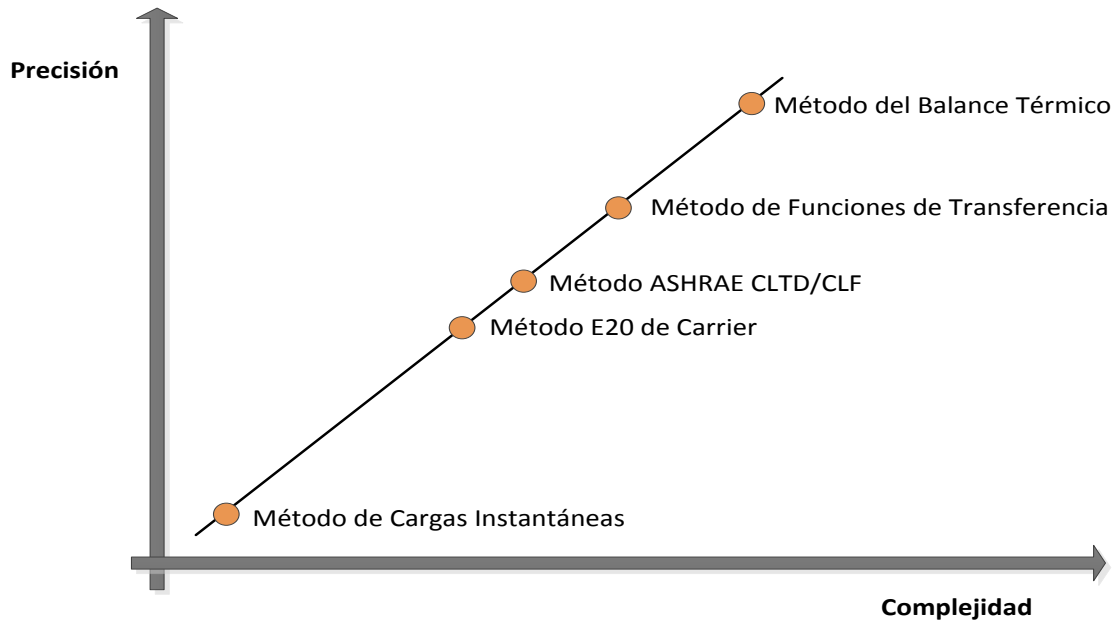


Figura 32 – Comparación de la precisión y complejidad de los métodos más empleados (Aragón, 2014).

Método de cargas instantáneas

Fue uno de los primeros métodos en emplearse y es el más sencillo de los cinco. Asume que todas las ganancias o pérdidas de calor se convierten instantáneamente en carga térmica.

En este método, cualquier calor ganado por el local debe ser retirado instantáneamente para que no cambien las condiciones interiores. Dicho de otro modo, no hay almacenamiento de calor debido a los elementos implicados en el proceso térmico.

De este modo, la carga debida a la transmisión de calor por muros y techo se evalúa fácilmente como el calor generado o perdido mediante la ecuación:

$$Q = K * A * \Delta T$$

Dónde:

- K Es el coeficiente global de transmisión de calor.
- A Es el área expuesta a la transmisión de calor.
- ΔT Es la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior.

Método E20 de Carrier y manual cltd/clf.

Son métodos distintos pero conceptualmente similares. En ambos se emplean tablas de factores de carga pre-calculados para unas condiciones estándar o de referencia. En ellas se tiene en consideración la temperatura exterior y radiación solar propias de un día del mes de Julio en una localidad a 40° de latitud norte. Estas condiciones de referencia son también relativas a unas características de los edificios.

Con estos datos se obtiene una carga térmica que luego hay que corregir (en vez de calcular de nuevo) mediante tablas con la temperatura exterior, latitud y características constructivas propias del diseño. Pero las correcciones son a menudo imprecisas, porque no se tienen en cuenta todas las situaciones específicas (por ejemplo, sólo se pueden considerar regímenes de funcionamiento de los equipos de 12, 16 ó 24 horas y no casos intermedios). Esto conduce a resultados a menudo poco precisos.

Antes de que estuviese extendido el uso de los ordenadores los dos métodos eran muy empleados por su fácil manejo. Hoy en día se prefiere recurrir a otros procedimientos informáticos con resultados más exactos.

Método de funciones de transferencia

A diferencia de los dos anteriores, éste tiene un mayor nivel de precisión y es más flexible debido a que no se calculan cargas en condiciones de referencia, sino que se calculan como resultado de secuencias concretas de aportaciones de calor para cada aplicación específica. El método se desarrolla a partir del Balance Térmico.

Localización

El Hospital General se encuentra ubicado en la Avenida Andrés Quintana Roo esquina Isla Cancún, en la ciudad Chetumal, Quintana Roo con los siguientes datos:

- Latitud 18.51°
- Longitud 88.30°
- Altitud 1.5 MSNM
- Velocidad del viento 0.3 m/s
- Dirección del viento SE
- Clima Cálido – húmedo.

Condiciones exteriores

Las temperaturas de diseño exterior varían de acuerdo a la ubicación del muro o ventana, según la nomenclatura y tabla tomada de la NOM-008-ENER-2001.

Condiciones interiores

Las condiciones recomendadas para diseñar en verano son las que contempla la NOM-008-ENER-2001, es una temperatura interior de 25°C para el confort térmico de un edificio no residencial, la cual, es de referencia para el cálculo de la ganancia de calor por conducción y radiación, según Ángel Luis Miranda (2004), se recomienda una humedad relativa entre 50 y 60%, para fines de cálculo de ganancia de calor por infiltraciones.

Materiales del Edificio

Los diferentes materiales que componen la estructura del hospital son los siguientes:

Tabla 44 – Materiales de la estructura del Hospital General con su longitud y conductividad térmica en W/m*K (Merlín, 2013).

Material	Espesor	Conductividad térmica
	L (m)	λ (W/m · K)
Calcreto	0.025	0.78
Concreto armado	0.05	1.74
Vigueta y bovedilla	0.25	0.99
Aplanado de mortero (cemento arena)	0.015	0.63
Falso plafón (tablero de triplay)	0.019	0.115
Aire	0.4	0.0262
Block –Tabla roca	0.12	0.16
Vidrio Ordinario	0.005	0.93

En la Figura 33 y en la Figura 34 se muestran cómo es la composición de los materiales de los muros y el techo del Hospital General de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo.

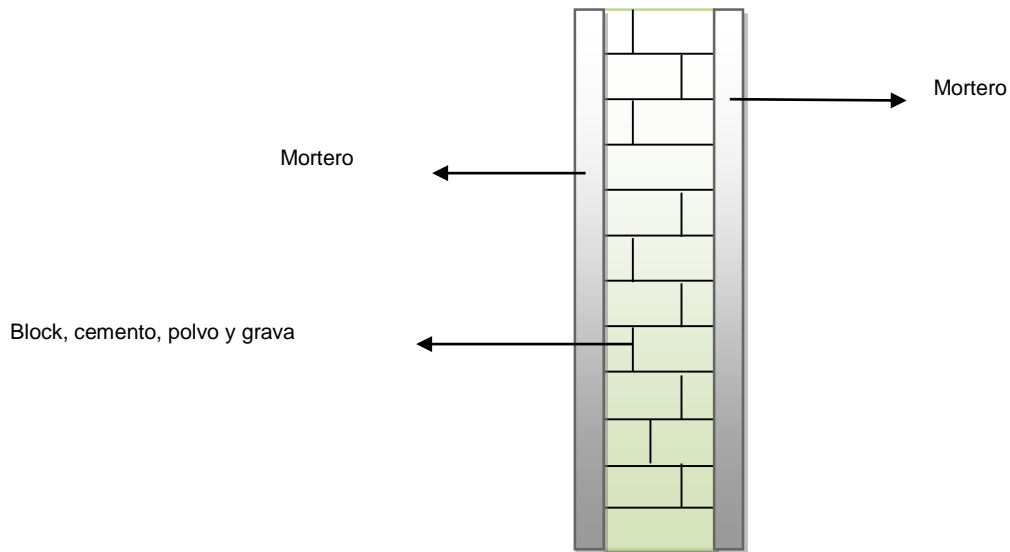


Figura 33 – Componentes de muros en el Hospital General (Merlín, 2013).

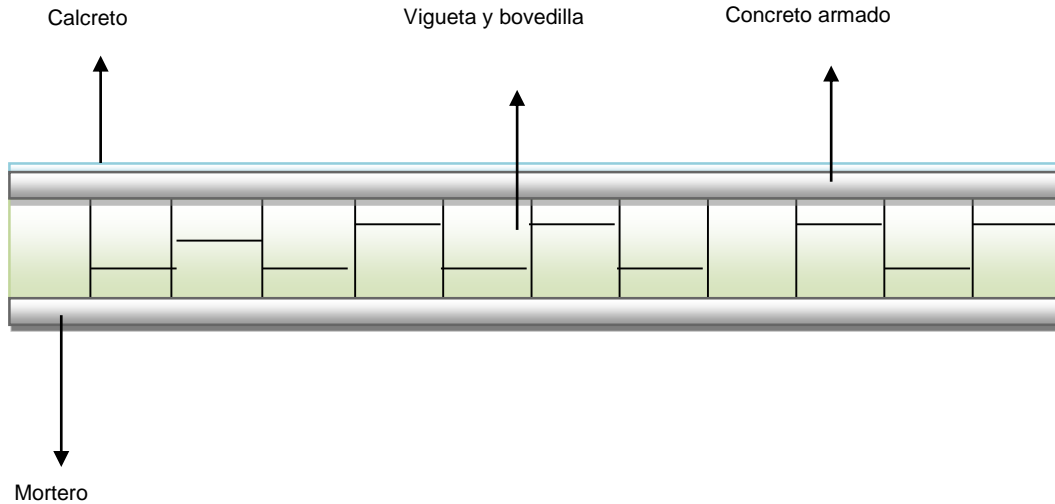


Figura 34 – Componentes del techo del Hospital General (Merlín, 2013).

Determinación del balance energético

Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, se determina de acuerdo a la NOM-008-ENER-2001 como la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$Q_p = Q_{pc} + Q_{ps}$$

Donde:

- Q_p Es la ganancia de calor del edificio proyectado, en Watts.
- Q_{pc} Es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en Watts.
- Q_{ps} Es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en Watts.

Ganancia de calor por conducción

Es la suma de la ganancia por conducción a través de cada una de las componentes, de acuerdo con su orientación, y utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{pc} = \sum_{i=1}^6 Q_{pci}$$

Donde:

- Q_{pci} Es la ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , en Watts.
- J Son las diferentes porciones que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente global de transferencia de calor.
- K_j Es el coeficiente global de transferencia de calor de cada porción, en W/m^2K .
- A_{ij} : Es el área de la porción j con orientación i , en m^2 .
- t_{ei} Es el valor de la temperatura equivalente promedio en $^{\circ}C$, para la orientación i .
- t Es el valor de la temperatura interior del edificio, que se considera igual a $25^{\circ}C$.

Ganancia de calor por radiación

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes transparentes, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{ps} = \sum_{i=1}^5 Q_{psi}$$

Donde:

- i Son las diferentes orientaciones: 1 es techo, 2 es norte, 3 es este, 4 es sur, 5 es oeste.

La ganancia de calor por radiación solar a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij}]$$

Donde:

Q_{psi}	Es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en Watts.
J	Son las diferentes porciones transparentes que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente de sombreado, un factor de ganancia de calor solar y un factor de corrección por sombreado exterior.
A_{ij}	Es el área de la porción transparente j con orientación i , en m^2 .
CS_j	Es el coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, según la especificación del fabricante, con valor adimensional entre cero y uno.
FG_j	Es la ganancia de calor solar por orientación, en W/m^2 . Determinada según la Tabla del Anexo 2 tomado de la NOM-008-ENER-2001.
SE_{ij}	Es el factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, determinado de acuerdo a las tablas 2, 3, 4 y 5 según corresponda al Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001, con valor adimensional entre cero y uno.

Orientación

Debido a que la ganancia de calor a través de las paredes varía con la orientación, se establecen en la Norma las siguientes convenciones:

Norte	Cuyo plano normal está orientado desde 45° al oeste y menos de 45° al este del norte verdadero.
Este	Cuyo plano normal está orientado desde 45° al norte y menos de 45° al sur del este verdadero.

- Sur Cuyo plano normal está orientado desde 45° al este y menos de 45° al oeste del sur verdadero.
- Oeste Cuyo plano normal está orientado desde 45° al sur y menos de 45° al norte del oeste verdadero.

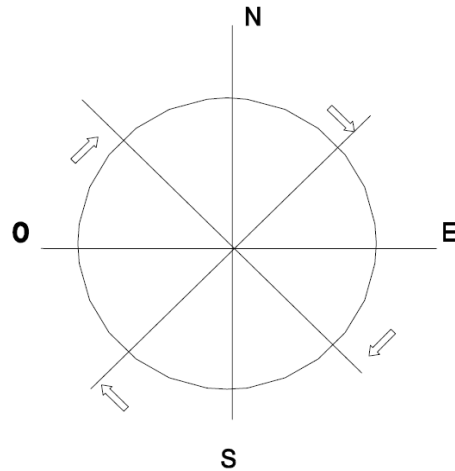


Figura 35 – Orientación de las paredes (NOM-008-ENER-2001)

Las siguientes tablas muestran los resultados correspondientes a esta metodología en lo que respecta a ganancias de calor por conducción, por radiación y ganancias internas en las salas de la edificación.

Cálculo de las cargas térmicas internas

En virtud de que la NOM-008-ENER-2001 está limitada únicamente al cálculo de las ganancias de calor a través de la envolvente, para determinar estas cargas se aplicará la metodología descrita por Ángel Luis Miranda (2004).

Aquí se toman en cuenta todas aquellas que se generan dentro de la edificación sin considerar la envolvente. Tanto la carga sensible como la latente se deben a distintos conceptos, que deben calcularse separadamente, estos conceptos diferentes llamados también “partidas” son los siguientes:

Carga sensible

- Calor sensible debido al aire de infiltraciones.
- Calor sensible generado por las personas que ocupan el local.
- Calor sensible generado por la iluminación del local.
- Calor sensible generado por máquinas en el interior del local.
- Calor sensible debido a la ventilación del local.

Carga latente

- Calor latente debido al aire de infiltraciones.
- Calor latente generado por las personas que ocupan el local.
- Calor latente debido a la ventilación del local.

Cálculo de la carga sensible

Calor sensible debido al aire de infiltraciones

El local que se acondiciona debe estar exento de entradas de aire caliente del exterior. Sin embargo, cuando se abren las puertas o ventanas, o bien a través de las fisuras, es inevitable que algo de aire exterior entre en el local.

Para valorar la cantidad de aire que entra por las puertas puede utilizarse la Tabla 45, teniendo entendido que el dato obtenido en esta tabla es por puerta y por persona. Una vez calculado el valor del caudal total de infiltraciones, V_i , que es igual a:

$$V_i = \text{Valor de la Tabla 46} * \text{Número de personas} * \text{Número de puertas}$$

Aplicando la fórmula:

$$\dot{Q}_{si} = 0.34 \dot{V}_i \Delta t$$

Donde:

\dot{Q}_{si} Calor sensible debido a las infiltraciones, viene dando en Watts.

\dot{V}_i : Volumen de infiltración en m³/h.

Δt Salto térmico en °C

Tabla 45 – Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m³/h), por persona y por puerta (Miranda, 2004).

Tipo de local	Volumen \dot{V}_i en m ³ /h por persona y puerta	
	Sin vestíbulo	Con vestíbulo
Bancos	13.5	10.2
Peluquerías	8.5	6.5
Bares	12	9
Estancos	51	38
Pequeños comercios	13.6	10.2
Tienda de confecciones	4.3	3.2
Farmacias	11.9	9
Habitación Hospital	6	4.4
Sala de té	8.5	6.5
Restaurantes	4.3	3.2
Comercio general	6	4.4

Calor sensible generado por las personas que ocupan el local

Las personas que ocupan el recinto generan calor sensible y calor latente debido a la actividad que realizan, y a que su temperatura (aproximadamente 37°C) es mayor que la que debe mantenerse en el local (25°C). Cuando se habla de las personas que ocupan el local, se hace referencia al número medio de personas que lo ocupan, no a las personas que pueda haber en un instante determinado.

En la Tabla 46 se muestra la información que se necesita, según la temperatura del local y el tipo de actividad que realicen las personas del local.

El valor obtenido en la Tabla 46, bastará multiplicarlo por el número de personas del local. Esta partida se denomina *QSP*.

$$\dot{Q}_{sp} = \text{Valor de la Tabla 46} * \text{Número de personas}$$

Tabla 46 – Calor emitido por las personas en Watts (W) (*Miranda, 2004*).

Cuadro de actividad	28°C		27°C		26°C		24°C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en Reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Oficinista actividad moderada	52	81	58	76	64	70	70	58
Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151
Persona que baila	81	215	87	204	99	198	110	180
Persona en trabajo penoso	134	291	140	291	145	285	151	268

Calor generado por la iluminación del local

La iluminación produce calor que hay que tener en cuenta. Si la iluminación es incandescente, se toma directamente la potencia eléctrica de iluminación, *I*, en Watts.

Si la iluminación es fluorescente, además hay que multiplicar por el factor 1.25. Llamaremos Q_{SIL} a esta partida; así pues:

- Incandescente $Q_{SIL} = I$
- Fluorescente $Q_{SIL} = 1.25 * I$

Calor generado por máquinas en el interior del local

Las máquinas y/o equipo eléctrico producen calor que hay que tener en cuenta. Basta con multiplicar el calor emitido por cada componente por el número de componentes.

Calor generado por ventilación

Esta partida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{sv} = 0.34 f \dot{V}_v \Delta t$$

Donde:

- \dot{V}_v Es el caudal volumétrico de ventilación, tomado de la tabla 48, en m^3/h .
- Δt Salto térmico en $^{\circ}C$.
- \dot{Q}_{sv} Calor sensible debido a la ventilación; viene dado en Watts.
- f Es un coeficiente de la batería de enfriamiento, denominado “factor de bypass”. Miranda (2004) recomienda considerar este valor igual a 0.3.

Tabla 47 – Aire de infiltraciones en metros cúbicos por hora (m^3/h), por persona y por puerta. Ventilación mínima y ocupación máxima estimada en diversos locales (*ASHRAE 62*).

Tipo de local	Ocupación personas/ m^2	Caudal mínimo	Caudal mínimo
		[$m^3/h/persona$]	[$m^3/h/m^2$]
Comedor	0.75	34	-

Restaurantes y locales de ocio	Cafetería	1.1	34	-
	Bar/Pub	1.1	51	-
	Cocina	0.22	25	-
	Disco	1.08	42	-
Oficinas	Oficina	0.08	34	-
	Recepción	0.65	25	-
	Sala Conferencia	0.54	34	-
Grandes Almacenes	Planta Baja	0.32	-	5.5
	Plantas Superiores	0.22	-	3.7
Teatro	Recepción	1.6	34	-
	Auditorio	1.6	25	-
Zonas Deportivas	Zona Deportiva	0.75	42	-
Centros Docentes	Aulas	0.54	25	-
	Biblioteca	0.22	25	-
Hoteles	Habitaciones	-	50/habitación	-
	Recepción	0.32	25	-

Cálculo de las cargas latentes

Calor latente debido al aire de infiltraciones

Con el mismo caudal de infiltraciones, \dot{V}_i obtenido a partir de la Tabla 48, se aplica la siguiente fórmula:

$$\dot{Q}_{LI} = 0.83 \dot{V}_i \Delta W$$

Donde:

\dot{V}_i Caudal de infiltraciones en m³/h (Tabla 47).

\dot{Q}_{LI} Calor latente de infiltraciones en Watts.

ΔW Diferencia de las humedades absolutas, en gW/kga, del aire exterior del local menos la del interior del local. Estas humedades absolutas se obtienen mediante la carta psicrométrica.

La Tabla 48 muestra las condiciones climatológicas con las que se encuentra el hospital general.

Tabla 48 – Condiciones de las humedades relativas del Hospital General con la recomendada para el confort térmico (*Elaboración propia, 2014*).

Condiciones	T (°C)	HR (%)
Exterior	31.5°C	77
Interior	25	50

En donde *HR* es la humedad relativa, en %, y de la carta psicrométrica se determinan las relaciones de humedades correspondientes:

La Tabla 49 muestra las humedades absolutas obtenidas de la carta psicrométrica.

Tabla 49 – Condiciones de las humedades absolutas del Hospital General con la recomendada para el confort térmico obtenidas de la carta psicrométrica (*Elaboración propia, 2014*).

Condiciones	W (g de agua / kg de a.s.)
Exterior	23
Interior	10

Cálculo de las cargas totales

Carga sensible efectiva parcial y latente efectiva parcial de todo lo anterior, se deriva que La carga sensible efectiva parcial, \dot{Q}_{SEP} será

$$\dot{Q}_{SEP} = \phi_{pc} + \phi_{ps} + \dot{Q}_{SI} + \dot{Q}_{SP} + \dot{Q}_{SIL} + \dot{Q}_{SIM} + \dot{Q}_{SV}$$

La carga latente efectiva parcial, \dot{Q}_{LEP} será

$$\dot{Q}_{LEP} = \dot{Q}_{LI} + \dot{Q}_{LP} + \dot{Q}_{LV}$$

Se denomina parcial porque no se considera ningún factor de seguridad aumentativo.

Carga sensible efectiva total y latente efectiva total

Son las anteriores parciales, aumentadas en un tanto por cierto de seguridad, con el fin de asegurarse de haber calculado todas las posibilidades de producción e ingreso de calor al local. Es preferible calcular la carga térmica, ligeramente por exceso que por defecto.

Usualmente se considera entre un 5 y 10% de aumento. Si consideramos un 10%, se tiene

$$\dot{Q}_{SE} = \dot{Q}_{SEP} + (0.10 \times \dot{Q}_{SEP}) = 1.1 \times \dot{Q}_{SEP}$$

$$\dot{Q}_{LE} = \dot{Q}_{LEP} + (0.10 \times \dot{Q}_{LEP}) = 1.1 \times \dot{Q}_{LEP}$$

Metodología del cálculo de la ganancia de calor por conducción a través del techo de la farmacia del Hospital General

Ahora bien enfocándose en la ganancia de calor por conducción a través del techo tenemos los siguientes datos:

Tabla 50 – Datos para techo de la farmacia (*Elaboración propia, 2014*).

Área del techo	19.250 m²
Temperatura del techo según la norma	45°C
Temperatura interior recomendada	25°C
h_i	6.6W/m² °K
h_e	13W/m² °K

h_i Conductancia superficial interior, en W/m²K. Su valor es 8.1 para superficies verticales, 9.4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (del piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo), y 6.6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso).

h_e Conductancia superficial exterior, y es igual a 13W/m²K.

Materiales del diseño

Tabla 51 – Información de los materiales de diseño del techo de farmacia (*Merlín, 2013*).

Material	Espesor	Conductividad Térmica
	L (m)	λ W/m² K
Calcreto	0.025	0.78
Concreto armado	0.05	1.74
Vigueta y bovedilla	0.25	0.99
Aplanado de mortero (cemento arena)	0.015	0.63
Falso plafón (tablero de triplay)	0.019	0.115
Aire	0.4	0.0262

Calculando el aislamiento térmico total donde se calcula M de la siguiente manera utilizando los datos de la Tabla 50 y la Tabla 51

$$M = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n}$$

$$M = \frac{1}{6.6} + \frac{1}{13} + \frac{0.025}{0.78} + \frac{.05}{1.74} + \frac{0.25}{0.99} + \frac{.015}{.63} + \frac{0.019}{.115} + \frac{0.4}{0.0262}$$

$$M = 15.98m^2 K/W$$

por lo que

$$k = \frac{1}{M} = 0.063W/m^2 K$$

aplicando

$$Q = kA(te - ti)$$

$$Q = 0.063 * 19.250(45 - 25)$$

$$Q = 24.07W$$

Dónde:

k Coeficiente global de transferencia de calor de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en $W/m^2 K$;

M Aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en $m^2 K/W$.

L Espesor de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en metros.

Metodología del cálculo de la ganancia de calor por conducción a través del muro

Tabla 52 – Datos para muro de la farmacia en orientación oeste (*Norma ENER-008-2001*).

Área del Muro (OESTE)	6.2
Temperatura del techo según la norma	39°C
Temperatura interior recomendada	25°C
h_i	8.1W/m ² K
h_e	13W/m ² K

Materiales del diseño

Tabla 53 – Información de los materiales de diseño del muro de farmacia (*Merlín, 2013*).

Material	Espesor	Conductividad Térmica
	L (m)	λ W/m² K
Mortero	0.015	0.63
Block - Tablaroca	0.12	0.16

Calculando el aislamiento térmico total donde se calcula M de la siguiente manera utilizando la Tabla 53 y la Tabla 52

$$M = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_3}{\lambda_3}$$

$$M = \frac{1}{8.1} + \frac{1}{13} + \frac{0.015}{0.63} + \frac{0.12}{0.16} + \frac{0.015}{0.63}$$

$$M = 0.4m^2 K/W$$

por lo que

$$k = \frac{1}{M} = 2.5W/m^2 K$$

aplicando

$$Q = kA(te - ti)$$
$$Q = 2.5 * 6.2(39 - 25)$$
$$Q = 217.26W$$

Metodología del cálculo de la ganancia de calor por conducción a través de la ventana oeste

Tabla 54 – Información de los materiales de diseño de la ventana de farmacia (Merlín, 2013).

Material	Espesor	Conductividad Térmica
	L (m)	λ W/m ² K
Vidrio Ordinario	0.005	0.93

Calculando el aislamiento térmico total donde se calcula M de la siguiente manera utilizando la Tabla 52 y la Tabla 54

$$M = \frac{1}{hi} + \frac{1}{he} + \frac{L1}{\lambda 1}$$
$$M = \frac{1}{8.1} + \frac{1}{13} + \frac{0.005}{0.93}$$
$$M = 0.206m^2 K/W$$

por lo que

$$k = \frac{1}{M} = 4.86W/m^2 K$$

aplicando

$$Q = kA(te - ti)$$
$$Q = 4.86 * 2.2(29 - 25)$$
$$Q = 42.77W$$

Ganancia de calor por radiación

Metodología del cálculo de la ganancia de calor por radiación a través de la ventana

Tabla 55 – Información de la ventana de la farmacia (*Elaboración propia, 2014*).

Orientación	Oeste	
Altura	1.1	m
Ancho	2	m
Área	2.2	m
Cs	1	m
Fg	95	m
SE	1	m

A partir de

$$Q_{pzi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij}]$$

se obtiene

$$Q = 2.2 * 1 * 95 * 1 * 0.56$$

$$Q = 117.054W$$

Cálculo de ganancias de calor debido al aire por infiltraciones

El cálculo de las ganancias de calor debido al aire por infiltraciones en la oficina de Gerencia; se calcula primero el calor sensible y posteriormente el calor latente.

Calor sensible

Para el cálculo de la ganancia de calor sensible en la farmacia del Hospital General, se tienen los siguientes datos:

Tabla 56 – Temperatura exterior e interior en la farmacia del Hospital General así como el caudal recomendado para el cálculo de las infiltraciones por Miranda, A.L. (2004) (*Elaboración propia, 2014*).

Temperatura exterior	25°C
Temperatura interior	25°C
Número de personas	5
Número de puertas	0
Caudal del aire exterior	34m ³ /h

Dentro de los datos se puede apreciar que no se consideran puertas, esto es debido a que la única puerta existente en la oficina por que del otro lado de la puerta el espacio esta acondicionado, motivo por el cual las temperaturas interior y exterior son las mismas.

Calculando el valor del caudal total de infiltraciones:

$$\dot{V}_i = \text{Valor de la Tabla 48} * \text{número de puertas} * \text{número de personas}$$

$$\dot{V}_i = 34 * 0 * 1$$

$$\dot{V}_i = 0 \text{ m}^3/\text{h}$$

se obtiene

$$Q_s = 0.34 * 34 * (25 - 25)$$

$$Q_s = 0W$$

Calor latente

Para el cálculo de la ganancia de calor latente, se tienen los datos en la siguiente tabla.

Tabla 57 – Temperatura y humedad exterior e interior en la farmacia del Hospital General así como el caudal recomendado para el cálculo de las infiltraciones por Miranda, A.L. (2004) (*Elaboración propia, 2014*).

Temperatura exterior	25°C
Humedad exterior	78%
Temperatura inferior	25°C
Humedad relativa interior	50%
Caudal del aire exterior	34m ³ /h

De igual forma para el caso de calor latente, se tendrá que al calcular el valor del caudal total de infiltraciones (\dot{V}_i), no se tomara en cuenta ninguna puerta, esto debido a que se encuentra en contacto con un área acondicionada:

$$\dot{V}_i = \text{Valor de la Tabla 48} * \text{Número de puertas} * \text{Número de personas}$$

$$\dot{V}_{i_i} = 34 * 0 * 1$$

$$\dot{V}_i = 0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ubicando las temperaturas y humedades relativas de los datos y a través de la carta psicrométrica, se encuentran las humedades absolutas en gW/kga.

Tabla 58 – Datos obtenidos de la carta psicrométrica (*Elaboración propia, 2014*).

Condiciones	W (g de agua/kg de a.s.)
Exterior	23
Interior	10

Se obtiene

$$Q_l = 0.83 * \dot{V}_i * \Delta W$$

$$Q_l = 0.83 * 0 * (19.8 - 10)$$

$$Q_l = 0W$$

La ganancia de calor total por infiltración de la farmacia es

$$Q_t = Q_s + Q_l$$
$$Q_t = 0W + 0W$$
$$Q_t = 0W$$

Ganancias internas de calor

Aquí se toman en cuenta todas aquellas que se generan dentro de la edificación sin considerar la envolvente. Específicamente son aquellas debidas por alumbrado, personas y equipo eléctrico que genera calor, tal como computadoras, fotocopiadoras, etcétera.

Ganancias de calor por alumbrado

$$Q = 3.4 * W * FB * FCE$$

Donde

Q	Ganancia neta de calor debida al alumbrado, Btu/h.
W	Capacidad de alumbrado, Watts.
FB	Factor de balastro.
FCE	Factor de carga de enfriamiento para el alumbrado.

El valor de **3.4** en la ecuación se utiliza para la conversión de Watts a Btu/h.

Un valor típico de FB es el de 1.25 para el alumbrado fluorescente, para el alumbrado incandescente no hay pérdidas y el FB es de 1.0

Metodología del cálculo de la ganancia de calor por alumbrado

Tabla 59 – Información para el cálculo de la ganancia de calor por alumbrado (*Elaboración propia, 2014*).

Número de Lámparas de 14W	9
Número de lámparas de 23W	5
FB	1.25
FCE	1

Y sustituyendo los valores tenemos:

$$Q = ((14 * 9) + (23 * 5)) * 1.25$$

$$Q = 301.25W$$

Ganancia de calor por personas

La ganancia de calor debida a las personas se compone de dos partes: el calor sensible y el calor latente que resulta de la transpiración. Algo del calor sensible se puede absorber por el efecto de almacenamiento de calor, pero no el calor latente. Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente originado en las personas son:

$$Q_s = q_s * n * FCE$$

$$Q_l = q_l * n$$

Donde:

Q_s, Q_l Ganancias de calor sensible y latente.

q_s, q_l Ganancias de calor sensible y latente por persona. Determinada por la Tabla 46.

N Número de personas.

FCE Factor de carga de enfriamiento para las personas.

Metodología del cálculo de la ganancia de calor por persona en la farmacia

La actividad que se definió para realizar este cálculo se determinó de la Tabla 46, donde la actividad fue la de oficinista con actividad moderada y su aplicación típica es en oficinas.

Tabla 60 – Información para el cálculo de la ganancia de calor por persona (*Elaboración propia, 2014*).

n	5
Q_s	70
Q_l	47

Usando la fórmula de calor sensible

$$Q_s = q_s * n$$

sustituyendo los datos, se tiene que

$$Q_s = 70 * 5$$

$$Q_s = 350W$$

Usando la fórmula de calor latente

$$Q_l = q_l * n$$

y sustituyendo los datos, se tiene que

$$Q_l = 47 * 5$$

$$Q_l = 235W$$

Sumando el calor sensible y el calor latente, tenemos que el calor total por personas es:

$$Q_T = 585W$$

Ganancia de calor por equipos

La ganancia de calor debida al equipo se puede consultar en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente.

Metodología del cálculo de la ganancia de calor por equipos en la farmacia

Tabla 61 – Información para el cálculo de la ganancia de calor por equipos (*Elaboración propia, 2014*).

Ganancia	Cantidad	Potencia (W)
PC de escritorio	2	250
Frigobar	1	450

Resolviendo se obtiene:

$$Q_{total} = (2 * 250) + (1 * 450)$$

$$Q_{total} = 950W$$

Calor latente producido por el aire de ventilación

Esta partida se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{LV} = 0.83 * f * \dot{V}_v * \Delta W * \text{Número de personas}$$

Siendo:

\dot{V}_v Caudal de ventilación, tomado de la Tabla 47, en m³/h.

Q_{LV} Calor latente de ventilación en Watts.

ΔW Diferencia de las humedades absolutas, en g/kg de aire seco, del aire exterior del local menos la del interior del local. Estas humedades absolutas se obtienen mediante la carta psicrométrica.

f Es un coeficiente de la batería de enfriamiento, denominado “factor de bypass”. Miranda (2004) recomienda considerar este valor 0.3.

Sustituyendo:

$$Q_{LV} = 0.83 * 0.3 * 34 * (19.8 - 10) * 5$$

$$Q_{LV} = 414.83W$$

Cálculos de los componentes que generan ganancias de calor en la farmacia

Tabla 62 – Resumen de los cálculos de los componentes que generan ganancias de calor en la farmacia (*Elaboración propia, 2014*).

LUGAR	CONDUCCION	RADIACION	INFILTRACION		CALOR POR PERSONA		ALUMBRADO	EQUIPOS	VENTILACION		QT(kW)	QT*1.1
			SENSIBLE	LATENTE	SENSIBLE	LATENTE			SENSIBLE	LATENTE		
Farmacia	284.10	117.04	0.00	0.00	350.00	235.00	301.25	950.00	0.00	550.29	2787.68	3066.45

En la Tabla 62 se observa cuáles son las componentes que generan mayor ganancia de calor y de esta manera establecer medidas para generar un ahorro de energía, en este caso la ganancia por equipos es la más grande. La Tabla 63 muestra un comparativo entre los Btu/h calculados, los Btu/h propuestos, los Btu/h instalados y el sobredimensionamiento que existe.

Tabla 63 – Btu/h calculados vs Btu/propuestos en la oficina de gerencia mostrando las temperaturas y humedades en la farmacia (*Elaboración propia, 2014*).

LUGAR	Qt x 1.1 (kW)	Btu/h Calculado	Cap. Eq. TRF	Btu/h Instalado	Btu/h Recomendado	Btu/h Sobredimensionado	Humedad	Temperatura
Farmacia	3066.45	10462.12	0.87	24000.00	12000.00	12000.00	58.30	24.70

Se observa claramente un sobredimensionamiento en el sistema de aire acondicionado, corrigiendo estas inconsistencias en el sistema se podrá reducir el consumo y la demanda.

Conclusiones

La Tabla 64 muestra a detalle el resultado de los cálculos de las ganancias de calor existentes por conducción, radiación, infiltración y demás factores que intervienen.

Tabla 64– Resultado de los cálculos de las ganancias de calor (*Elaboración propia, 2014*).

LUGAR	CONDUCCION	RADIACION	INFILTRACION		CALOR POR PERSONA		ALUMBRADO	EQUIPOS	VENTILACION		QT kW	QT*1.1
			SENSIBLE	LATENTE	SENSIBLE	LATENTE			SENSIBLE	LATENTE		
Farmacia	284.10	117.04	0.00	0.00	350.00	235.00	301.25	950.00	0.00	550.29	2787.68	3066.45
Coordinación	465.06	163.86	0.00	0.00	350.00	235.00	105.00	1395.00	0.00	550.29	3264.21	3590.63
Dirección general	815.29	224.72	0.00	0.00	350.00	235.00	105.00	425.00	0.00	550.29	2705.30	2975.83
Sala de juntas	220.06	105.34	0.00	0.00	1400.00	940.00	420.00	2600.00	0.00	2201.16	7886.56	8675.22
Subdirector Médico	236.96	131.08	0.00	0.00	350.00	235.00	105.00	250.00	0.00	550.29	1858.34	2044.17
Trabajo Social	252.26	93.63	0.00	0.00	560.00	376.00	92.00	250.00	0.00	880.46	2504.35	2754.79
Caja	120.39	117.04	0.00	0.00	280.00	188.00	157.50	250.00	0.00	440.23	1553.16	1708.47
Recursos Humanos	189.21	193.12	0.00	0.00	140.00	188.00	348.75	500.00	0.00	440.23	1999.31	2199.24
Contabilidad	220.73	216.52	0.00	0.00	280.00	188.00	105.00	250.00	0.00	440.23	1700.49	1870.54
Archivo Clínico	1609.51	292.60	0.00	0.00	420.00	282.00	510.00	425.00	0.00	660.35	4199.46	4619.40
Consultorio	24.07	0.00	0.00	0.00	280.00	188.00	162.50	800.00	0.00	440.23	1894.80	2084.28
Jefatura de Enfermería	24.07	0.00	0.00	0.00	280.00	188.00	172.50	500.00	0.00	440.23	1604.80	1765.28
Rayos X 1	34.38	0.00	0.00	0.00	280.00	188.00	201.25	0.00	0.00	440.23	1143.86	1258.25

Rayos X 2	25.60		0.00	0.00	280.00	188.00	510.00	1000.00	0.00	440.23	2443.84	2688.22
Cuarto Oscuro	8.50		0.00	0.00	280.00	188.00	52.50	0.00	0.00	440.23	969.23	1066.16
Bacteriología	639.00	131.95	0.00	0.00	280.00	188.00	315.00	450.00	0.00	440.23	2444.18	2688.59
Orinas y Copros	274.30	131.95	0.00	0.00	210.00	188.00	315.00	5240.00	0.00	440.23	6799.48	7479.43
Hematología	274.30	131.95	0.00	0.00	210.00	188.00	315.00	980.00	0.00	440.23	2539.48	2793.43
Toma de Muestras	274.30	131.95	0.00	0.00	210.00	188.00	105.00	0.00	0.00	440.23	1349.48	1484.43
Laboratorio de muestras	404.15	131.95	0.00	0.00	910.00	611.00	602.50	2211.00	0.00	1430.75	6301.35	6931.49
C.E.Y.E.	733.14	1279.49	0.00	0.00	420.00	282.00	315.00	100.00	0.00	660.35	3789.98	4168.98
Tamiz Neonatal	211.54	131.08	0.00	0.00	280.00	188.00	105.00	250.00	0.00	440.23	1605.85	1766.44
Aislado 301 Pediátrico	281.35	159.17	0.00	0.00	560.00	376.00	105.00	0.00	0.00	880.46	2361.99	2598.19
Aislado 302 Pediátrico	211.54	131.08	0.00	0.00	560.00	376.00	210.00	0.00	0.00	880.46	2369.08	2605.99
308-312 Pediatría	709.19	159.17	0.00	0.00	700.00	470.00	315.00	0.00	0.00	1100.58	3453.94	3799.34
306 pediatría (UCIP)	457.58	159.17	0.00	0.00	840.00	564.00	315.00	0.00	0.00	1320.70	3656.45	4022.10
Oficina Pediatría	279.76	124.62	0.00	0.00	280.00	188.00	157.50	600.00	0.00	440.23	2070.11	2277.12
Aislado 101	448.80	124.62	0.00	0.00	280.00	188.00	105.00	0.00	0.00	440.23	1586.65	1745.31
Aislado 102	263.91	124.62	0.00	0.00	280.00	188.00	52.50	0.00	0.00	440.23	1349.26	1484.19
103 – 113 M.I. y G.O	809.88	395.84	0.00	0.00	1120.00	752.00	630.00	0.00	0.00	1760.93	5468.65	6015.51
114 – 125 M.I. y G.O	809.88	395.84	0.00	0.00	1120.00	752.00	630.00	0.00	0.00	1760.93	5468.65	6015.51
126 – 131	531.78	234.57	0.00	0.00	700.00	470.00	315.00	0.00	0.00	1100.58	3351.94	3687.13
Oficina Medicina Interina	279.76	124.62	0.00	0.00	280.00	188.00	157.50	250.00	0.00	440.23	1720.11	1892.12

203 – 208	531.78	234.57	0.00	0.00	700.00	470.00	472.50	0.00	0.00	1100.58	3509.44	3860.38
209 – 214	531.78	234.57	0.00	0.00	700.00	470.00	472.50	0.00	0.00	1100.58	3509.44	3860.38
215 – 220	531.78	234.57	0.00	0.00	700.00	470.00	472.50	0.00	0.00	1100.58	3509.44	3860.38
221 – 223	531.78	234.57	0.00	0.00	700.00	470.00	157.50	0.00	0.00	1100.58	3194.44	3513.88
Aislado 201	263.91	124.62	0.00	0.00	280.00	188.00	105.00	0.00	0.00	440.23	1401.76	1541.94
Aislado 202	263.91	124.62	0.00	0.00	280.00	188.00	105.00	0.00	0.00	440.23	1401.76	1541.94
UCIN Incubadoras	1347.45	0.00	0.00	0.00	1400.00	940.00	315.00	4800.00	0.00	2201.16	11003.61	12103.98
Estadísticas	333.03	0.00	0.00	0.00	280.00	188.00	105.00	250.00	0.00	440.23	1596.27	1755.89
Oficina Jefe de Mtto.	250.70	124.62	0.00	0.00	280.00	188.00	115.00	1000.00	0.00	440.23	2398.55	2638.40
Paquete 1	1565.43	293.22	3757.00	4855.50	3500.00	2350.00	450.00	0.00	1127.10	4046.25	21944.49	24138.94
Quirófano Paquete	2858.35	0.00	1502.80	1942.20	1400.00	940.00	2802.50	4775.00	450.84	2201.16	18872.85	20760.13
Paquete intensivo	3218.35	0.00	3757.00	4855.50	3500.00	2350.00	2802.50	4775.00	1127.10	5502.90	31888.35	35077.19
Paquete 4	467.56	0.00	3757.00	4855.50	3500.00	2350.00	2802.50	0.00	5000.00	5502.90	28235.46	31059.01

Tabla 65 – Resumen de ganancias totales de calor instalados, propuestos y sobredimensionamiento (*Elaboración propia, 2014*).

LUGAR	Qt x 1.1 (kW)	Btu/h Calculado	Cap. Equipo. TRF	Btu/h Instalado	Btu/h Recomendado	Btu/h Sobredimensionado	Humedad	Temperatura
Farmacia	3066.45	10462.12	0.87	24000.00	12000.00	12000.00	58.30	24.70
Coordinación	3590.63	12250.52	1.02	18000.00	12000.00	6000.00	55.60	23.70
Dirección General	2975.83	10152.94	0.85	18000.00	12000.00	6000.00	62.90	25.00
Sala de Juntas	8675.22	29598.14	2.47	48000.00	48000.00	0.00	63.50	25.00

Subdirector Médico	2044.17	6974.31	0.58	12000.00	9000.00	3000.00	60.10	25.50
Trabajo Social	2754.79	9398.80	0.78	18000.00	12000.00	6000.00	67.40	25.30
Caja	1708.47	5828.98	0.49	9000.00	9000.00	0.00	62.70	23.80
Recursos Humanos	2199.24	7503.38	0.63	9000.00	9000.00	0.00	55.20	24.10
Contabilidad	1870.54	6381.90	0.53	12000.00	9000.00	3000.00	59.40	26.10
Archivo Clínico	4619.40	15760.50	1.31	18000.00	18000.00	0.00	57.70	24.40
Consultorio	2084.28	7111.15	0.59	18000.00	9000.00	9000.00	60.40	24.30
Jefatura de Enfermería	1765.28	6022.78	0.50	9000.00	9000.00	0.00	52.60	25.60
Rayos X 1	1258.25	4292.90	0.36	24000.00	24000.00	0.00	56.40	25.50
Rayos X 2	2688.22	9171.68	0.76	24000.00	24000.00	0.00	56.90	27.10
Cuarto Oscuro	1066.16	3637.52	0.30	12000.00	5000.00	7000.00	56.10	25.90
Bacteriología	2688.59	9172.96	0.76	12000.00	12000.00	0.00	56.30	26.30
Orinas y Copros	7479.43	25518.36	2.13	12000.00	12000.00	0.00	51.80	26.80
Hematología	2793.43	9530.64	0.79	12000.00	12000.00	0.00	48.60	22.60
Toma de Muestras	1484.43	5064.59	0.42	12000.00	9000.00	3000.00	53.40	25.40
Laboratorio de Muestras	6931.49	23648.88	1.97	24000.00	24000.00	0.00	56.30	24.80
C.E.Y.E.	4168.98	14223.74	1.19	22000.00	18000.00	4000.00	56.20	25.20
Tamiz Neonatal	1766.44	6026.74	0.50	9000.00	9000.00	0.00	48.60	25.50
Aislado 301 Pediátrico	2598.19	8864.52	0.74	12000.00	9000.00	3000.00	55.40	24.70
Aislado 302 Pediátrico	2605.99	8891.14	0.74	12000.00	9000.00	3000.00	55.20	24.30
308-312 Pediatría	3799.34	12962.59	1.08	22000.00	18000.00	4000.00	56.00	25.50

306 Pediatría (UCIP)	4022.10	13722.62	1.14	18000.00	18000.00	0.00	56.20	25.20
Oficina Pediatría	2277.12	7769.08	0.65	12000.00	9000.00	3000.00	56.20	24.80
Aislado 101	1745.31	5954.67	0.50	9000.00	9000.00	0.00	56.20	25.50
Aislado 102	1484.19	5063.77	0.42	9000.00	9000.00	0.00	56.20	25.50
103 - 113 – M.I. y G.O	6015.51	20523.76	1.71	22000.00	24000.00	0.00	54.50	26.00
114 - 125 – M.I. y G.O	6015.51	20523.76	1.71	22000.00	24000.00	0.00	54.30	26.80
126 – 131	3687.13	12579.77	1.05	22000.00	12000.00	10000.00	62.90	24.50
Oficina Medicina Interna	1892.12	6455.53	0.54	12000.00	9000.00	3000.00	53.60	27.70
203 – 208	3860.38	13170.86	1.10	26000.00	18000.00	8000.00	59.50	25.80
209 – 214	3860.38	13170.86	1.10	24000.00	18000.00	6000.00	55.70	25.40
215 – 220	3860.38	13170.86	1.10	22000.00	18000.00	4000.00	55.20	25.50
221 – 223	3513.88	11988.67	1.00	18000.00	12000.00	6000.00	53.90	25.20
Aislado 201	1541.94	5260.80	0.44	12000.00	9000.00	3000.00	53.70	26.60
Aislado 202	1541.94	5260.80	0.44	12000.00	9000.00	3000.00	53.20	26.90
UCIN – Incubadoras	12103.98	41296.40	3.44	50000.00	48000.00	2000.00	56.20	25.50
Estadísticas	1755.89	5990.77	0.50	12000.00	9000.00	3000.00	53.70	25.40
Oficina Jefe de Mantenimiento	2638.40	9001.71	0.75	12000.00	9000.00	3000.00	48.00	26.70
Paquete 1	24138.94	82357.36	6.86	120000.00	120000.00	48000.00	56.00	22.30
Quirófano Paquete	20760.13	70829.52	5.90	60000.00	60000.00	0.00	57.00	22.80
Paquete Intensivo	35077.19	119676.52	9.97	84000.00	120000.00	12000.00	52.50	22.70
Paquete 4	31059.01	105967.27	8.83	84000.00	120000.00	36000.00	54.30	22.50

Después de revisar hojas de datos técnicos y de diferentes marcas con tecnología Inverter y minisplit, se seleccionó el equipo Magnum 13 de la marca Mirage el cual se encuentra en capacidades de 1 y 1.5 toneladas de refrigeración y cuyo consumo es de 900W y 1300W respectivamente. Basado en los datos de la Tabla 45 se presenta en la Tabla 66 los equipos sugeridos, así como el cálculo del ahorro de energía y en la facturación eléctrica.

Tabla 66 – Equipos sugeridos, así como el cálculo del ahorro de energía y en la facturación eléctrica (*Elaboración propia, 2014*).

Lugar	Btu/h Calculado	Btu/h Propuesto	Btu/h Comercial	Cap. Equipo TRF	Btu/h Instalado	kW Instalado	kWh Instalado	kW Propuesto	kWh Propuesto	Demanda kW
Farmacia	10462.12	12000	12000	1	24000	3.44	41.28	0.9	10.8	2.54
Coordinación	12250.52	12000	12000	1	18000	1.72	20.64	0.9	10.8	0.82
Dirección General	10152.94	12000	12000	1	18000	1.845	22.14	0.9	10.8	0.945
Subdirector Médico	6974.31	9000	12000	1	12000	1.72	20.64	0.9	10.8	0.82
Trabajo Social	9398.80	12000	12000	1	18000	1.8	21.6	0.9	10.8	0.9
Consultorio	7111.15	9000	12000	0.75	18000	2.2	26.4	0.9	10.8	1.3
Cuarto Oscuro	3637.52	5000	12000	0.41666667	12000	1.72	20.64	0.9	10.8	0.82
Toma de Muestras	5064.59	9000	12000	0.75	12000	1.72	20.64	0.9	10.8	0.82
C.E.Y.E.	14223.74	18000	18000	1.5	22000	2.22	26.64	1.3	15.6	0.92
Aislado 301 Pediatría	8864.52	9000	12000	0.75	12000	1	12	0.9	10.8	0.1
Aislado 302 Pediatría	8891.14	9000	12000	0.75	12000	1.5	18	0.9	10.8	0.6
308-312 Pediatría	12962.60	18000	18000	1.5	22000	2.22	26.64	1.3	15.6	0.92
Oficina Pediatría	7769.08	9000	12000	0.75	12000	1	12	1	12	0
126 – 131	12579.77	12000	12000	1	22000	2.22	26.64	0.9	10.8	1.32

Oficina Medicina Interna	6455.53	9000	12000	0.75	12000	1	12	1	12	0
203 – 208	13170.86	18000	18000	1.5	26000	2	24	1.3	15.6	0.7
209 – 214	13170.86	18000	18000	1.5	24000	2.3	27.6	1.3	15.6	1
215 – 220	13170.86	18000	18000	1.5	22000	2.22	26.64	1.3	15.6	0.92
221 – 223	11988.67	12000	12000	1	18000	1.92	23.04	0.9	10.8	1.02
Aislado 201	5260.80	9000	12000	0.75	12000	1.8	21.6	0.9	10.8	0.9
Aislado 202	5260.80	9000	12000	0.75	12000	1.8	21.6	0.9	10.8	0.9
Estadísticas	5990.77	9000	12000	0.75	12000	1.8	21.6	0.9	10.8	0.9
Oficina Jefe de Mantenimiento	9001.71	9000	12000	0.75	12000	1.8	21.6	0.9	10.8	0.9
Total	213813.64	266000.00	306000.00	22.42	384000.00	42.97	515.58	22.90	274.80	20.07

La Tabla 67 muestra la inversión que se debe realizar para adquirir los equipos de aire acondicionado que se recomendaron en la Tabla 66, así como el número de equipos de 1 y 1.5 toneladas de refrigeración, el monto total de la inversión es de \$322,605.00 M.N. Tomando en cuenta un 25% de mano de obra, suma que puede parecer un poco elevada, pero aún faltaría evaluar el ahorro en la facturación derivado del cambio de equipos, para lo cual se elaboró la Tabla 68.

Tabla 67 – Inversión que se debe realizar para adquirir los equipos de aire acondicionado recomendados (*Elaboración propia, 2014*).

Número de Equipos por TRF		Costo por equipo		Costo total por equipo a sustituir		Total
1	1.5	1 TON	1.5 TON	1 TON	1.5 TON	
21	5	\$9,189.00	\$13,023.00	\$192,969.00	\$65,115.00	\$322,605.00

En la última fila de la Tabla 68 se muestra que el ahorro de energía en pesos calculado por día es de \$270.08 M.N., tomando en consideración 12 horas laborales (4:00 a 16:00 hrs), lo que significa que la energía consumida entra dentro del periodo base 4 horas y en el intermedio 8 horas, por lo tanto, tomando la información de la Tabla 68 se observa que el ahorro anual estimado es de \$117,520.75 M.N.

Tabla 68 – Ahorro en la facturación derivado del cambio de equipos (*Elaboración propia, 2014*).

Ahorro Total (kW)	Ahorro Total Energía Base (\$)	Ahorro Total Energía Intermedia (\$)	Ahorro en Demanda Facturable (kW)	Ahorro en Demanda Facturable (\$)	Ahorro (\$)		
					Día	Mes	Año
20.07	\$78.7752	\$191.3077	9.02925	\$1,690.91	\$270.08	\$9,793.40	\$117,520.75

Dividiendo la inversión inicial de \$322,605.00 M.N. entre el ahorro anual de \$117,520.75 M.N., se obtiene un tiempo aproximado de 2.75 años, en el cual se recuperaría la inversión de los equipos de aire acondicionado, sin tomar en cuenta que el costo de la energía se incrementa mensualmente, considerando que la vida útil de un equipo de aire acondicionado puede ser de 10 años (siempre que opere en condiciones normales, no haya sido reparado y que tenga mantenimiento periódico).

CAPÍTULO V – Auditoría eléctrica

El suministro constante y confiable de energía resulta de gran importancia en las industrias, comercio y servicios, donde las deficiencias en la calidad de la potencia, origina grandes pérdidas económicas. De otra parte, en hospitales y centros de asistencia médica, una eventual suspensión del servicio eléctrico produciría además de las pérdidas económicas, la posibilidad de pérdidas de vidas humanas.

El crecimiento de los sistemas eléctricos, hace que se presenten mayor número de fallas y accidentes de origen eléctrico, por lo que el tema de la calidad y la seguridad en las instalaciones ha sido preocupación del Estado, universidades y empresas del sector.

Instalación Eléctrica

La instalación eléctrica se caracteriza por su antigüedad y por la falta de referencias en planos y diagramas, esto es debido a que a la instalación original fue diseñada para una capacidad de carga y a la cual con el paso del tiempo se le han ido añadiendo cajas de distribución y cables de conexión conforme el hospital ha ido creciendo en número de áreas, cantidad de equipamiento y necesidades de consumo.

Así mismo ha sido detectado que la distribución de cargas que depende de cada caja de distribución no es del todo equilibrada, y a su vez es complicado hacer un seguimiento de las cargas ya que en algunos centros de carga no se encuentran debidamente etiquetadas las cargas conectadas, o presentan también daños por falta de mantenimiento o por una instalación no adecuada para el nivel de carga requerido actualmente.

A continuación se presenta un compendio fotográfico de la instalación eléctrica, la cual se realizó para verificar que contara con los equipos necesarios para un correcto funcionamiento.

Acometida



Figura 36 – Acometida desde el frente y la lateral (*Góngora, 2014*).

Banco de capacitores



Figura 37 – Banco de capacitores (*Báez, 2014*).

Transformadores



Figura 38 – Transformador principal del Hospital General (*Góngora, 2014*).



Figura 39 – Placa de datos del transformador principal (Góngora, 2014).



Figura 40 – Transformador secundario del Hospital General (Góngora, 2014).

Planta de emergencia



Figura 41 – Planta de emergencia del Hospital General (Báez, 2014).



Figura 42 – Placa de datos de la planta de emergencia (Báez, 2014).

Tableros de distribución



Figura 43 – Tablero principal (Góngora, 2014).



Figura 44 – Tablero de emergencia (Góngora, 2014).

Tableros y salidas

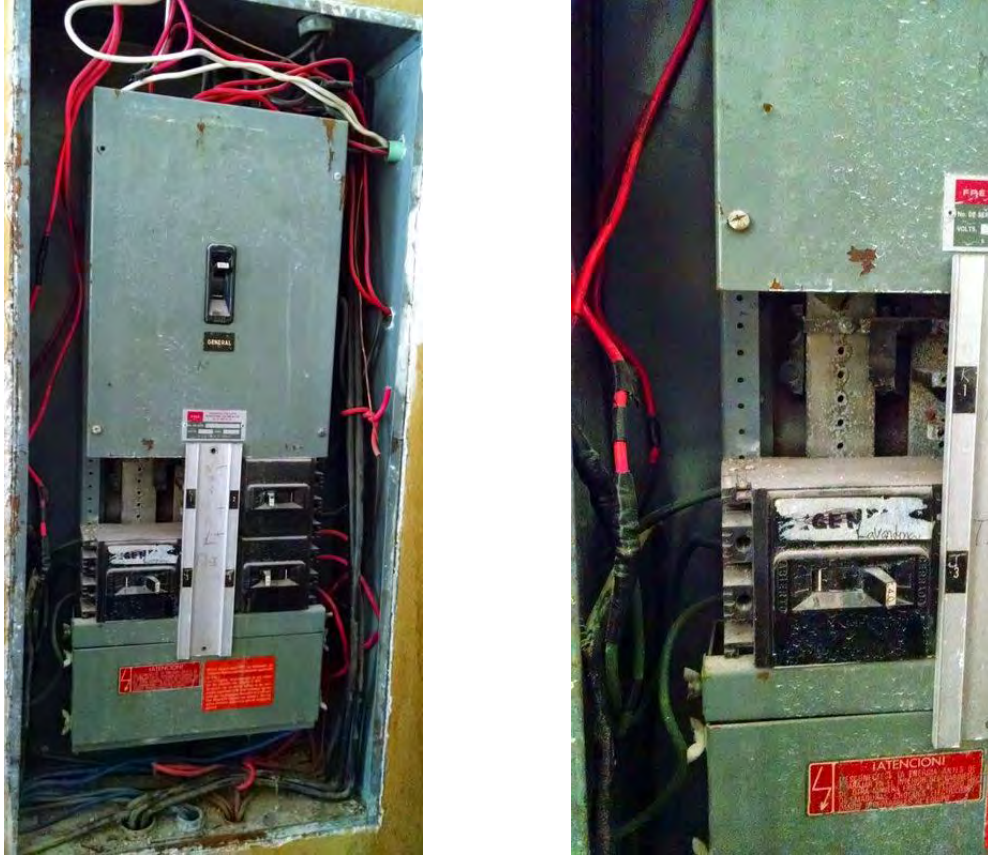


Figura 45 – Tablero del área de lavandería: Interruptores trifásicos (Báez, 2014).

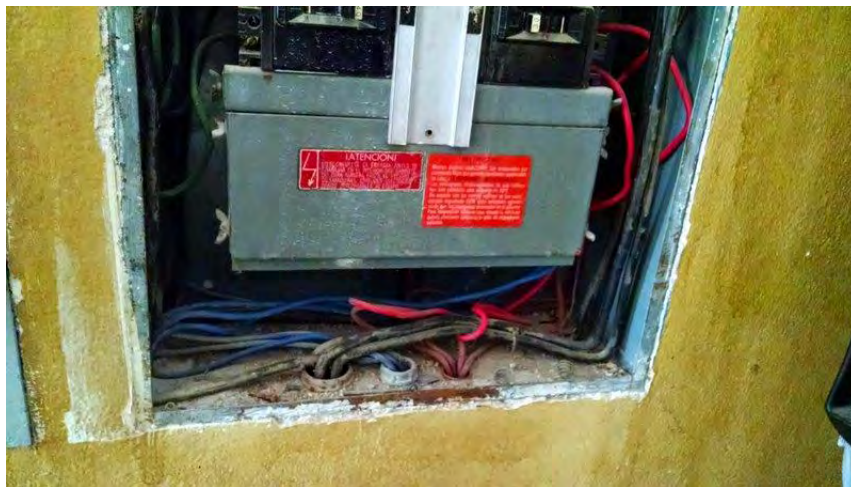


Figura 46 – Tablero del área de lavandería: Parte inferior (Báez, 2014).

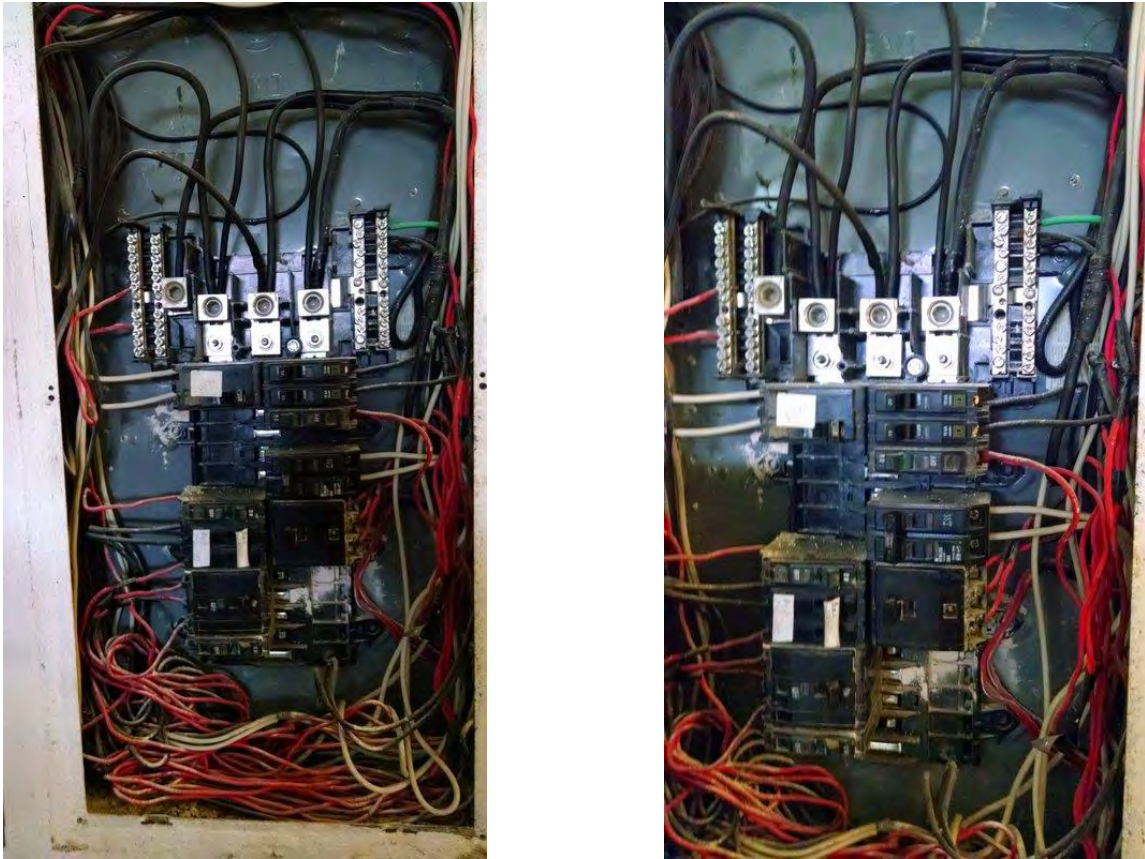


Figura 47 – Tablero del área de cocina: Interruptores monofásicos y bifásicos (Báez, 2014).

Auditoría

En esta sección se describe el estado de las instalaciones eléctricas, los equipos de aires acondicionados de todas las áreas, así como la recopilación de información del inmueble. Se sabe que en la mayoría de los edificios que cuentan con equipos de aire acondicionado consumen más energía, esto es debido a la cantidad de compresores que se encuentran instalados.



Figura 48 – Aire acondicionado en posición tal que impide ventilación para disipar el calor (Báez, 2014).



Figura 49 – (A) Conductores sin identificar, (B) Registro sin tapa, (C) Canalización incorrecta para intemperie (Báez, 2014).

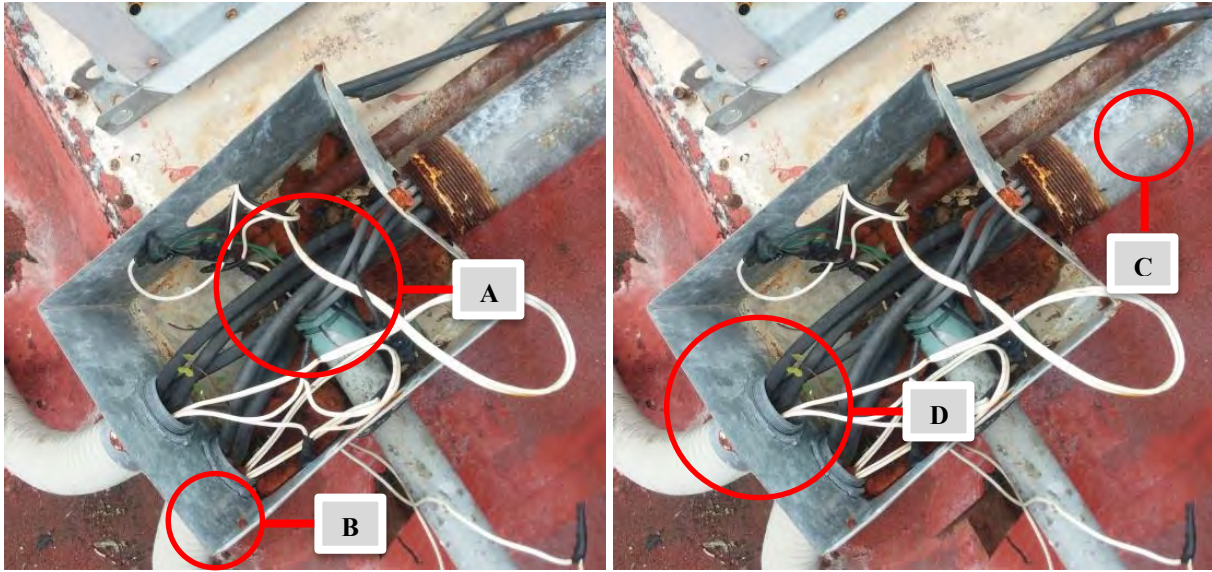


Figura 50 – (A) Conductores sin identificar, (B) Registro sin tapa, (C) Canalización incorrecta para intemperie, (D) Falta de monitor y contramonitor en la caja de conexiones (Góngora, 2014).

(A) Sección de referencia en la Norma NOM-001-SEDE-2005

Artículo 110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.

Artículo 300-12. Continuidad mecánica de canalización y cables.- Las canalizaciones metálicas y no metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas.

Artículo 300-4. Protección contra daños físicos.- En donde los conductores estén expuestos a daños físicos, deben protegerse adecuadamente.

Artículo 310-12. Identificación de los conductores. (c) Conductores de fase.- Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distinga claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier de combinación de colores y sus correspondientes marcas.

(A) Ubicación

Techo

(A) Solución

- Instalar tubos conduit de PVC para cada conductor saliente de los centros de cargas e identificarlos con su código de colores.
- Colocar tapa a los centros de cargas para evitar accidentes.

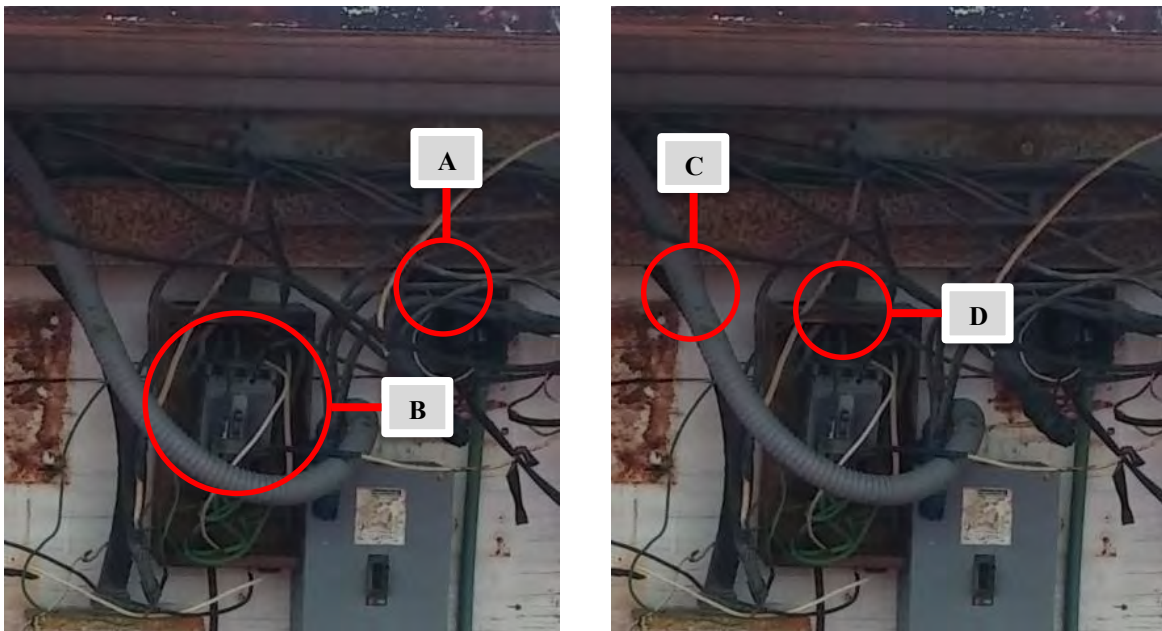


Figura 51 – (A) Conductores sin identificar, (B) Centros de Carga sin tapa, (C) Canalización incorrecta o falta de ella, (D) Falta de monitor y contramonitor en la caja de conexiones (Góngora, 2014).

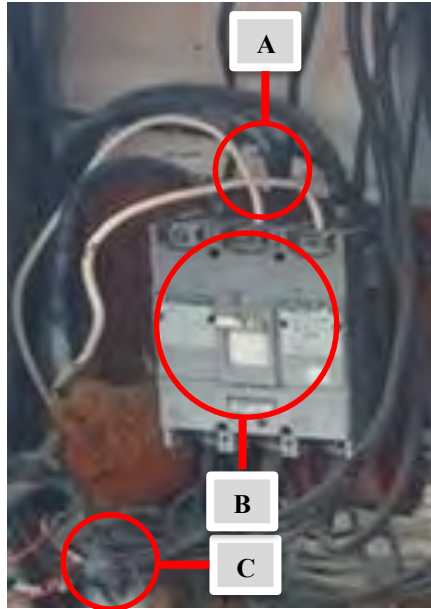


Figura 52 – (A) Conductores sin identificar, (B) Centros de Carga sin tapa, (C) Canalización incorrecta o falta de ella (Báez, 2014).

(B) Sección de referencia en la Norma NOM-001-SEDE-2005

Artículo 110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.

Artículo 110-12(c). Integridad de los equipos y conexiones eléctricas.- Las partes internas de los equipos eléctricos, como las barras colectoras, terminales de cables y otras superficies, no deben estar dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente al buen funcionamiento o la resistencia mecánica de los equipos, como piezas rotas, dobladas, cortadas, deterioradas por la corrosión o por acción química o sobrecalentamiento o contaminadas por materiales extraños como pintura, yeso, limpiadores o abrasivos.

Artículo 300-12. Continuidad mecánica de canalización y cables.- Las canalizaciones metálicas y no metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas.

Artículo 300-4. Protección contra daños físicos.- En donde los conductores estén expuestos a daños físicos, deben protegerse adecuadamente.

Artículo 310-12. Identificación de los conductores. (c) Conductores de fase.- Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distinga claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier de combinación de colores y sus correspondientes marcas.

(B) Ubicación:

Techo

(B) Solución:

- Instalar tubos conduit de PVC para cada conductor saliente de los centros de cargas e identificarlos con su código de colores.
- Colocar tapa a los centros de cargas para evitar accidentes.





Figura 53 – (A) Falta de continuidad de la canalización, (B) Registros sin tapa (Góngora, 2014).

(C) Sección de referencia en la Norma NOM-001-SEDE-2005

Artículo 110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.

Artículo 300-12. Continuidad mecánica de canalización y cables.- Las canalizaciones metálicas y no metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas.

Artículo 300-4. Protección contra daños físicos.- En donde los conductores estén expuestos a daños físicos, deben protegerse adecuadamente.

(C) Ubicación:

Techo

(C) Solución:

- Instalar tubos conduit de PVC para cada conductor saliente de los centros de cargas e identificarlos con su código de colores.
- Colocar tapa a los centros de cargas para evitar accidentes.

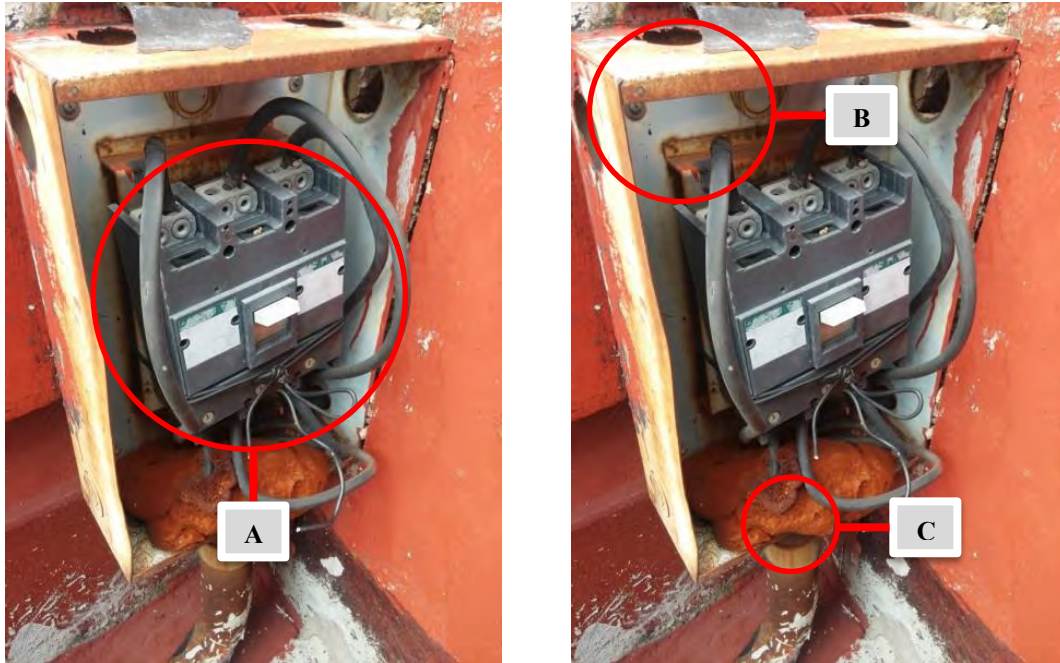


Figura 54 – (A) Instalación insegura, (B) Centro de carga sin tapa, (C) Falta de monitor y contramonitor en la caja de conexiones (Báez, 2014).

(D) Sección de referencia en la Norma NOM-001-SEDE-2005

Artículo 110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.

Artículo 300-4. Protección contra daños físicos.- En donde los conductores estén expuestos a daños físicos, deben protegerse adecuadamente.

Artículo 310-12. Identificación de los conductores. (b) Conductores de puesta a tierra.- Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra, cubiertos o aislados individualmente, deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más franjas amarillas.

Artículo 310-12. Identificación de los conductores. (c) Conductores de fase.- Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distinga claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier de combinación de colores y sus correspondientes marcas.

Artículo 370-25. Tapas sencillas y ornamentales.- En las instalaciones una vez terminadas, todas las cajas deben tener una tapa una placa de cierre o una tapa ornamental.

(D) Ubicación:

Techo

(D) Solución:

- Instalar de manera adecuada el centro de carga.
- Identificar cada conductor debidamente, con su código de colores.
- Instalar conductor a tierra.



Figura 55 – Falta de canalización adecuada, conductores expuestos a la intemperie salitre (Góngora, 2014).

(E) Sección de referencia en la Norma NOM-001-SEDE-2005

Artículo 110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.

Artículo 300-12. Continuidad mecánica de canalización y cables.- Las canalizaciones metálicas y no metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas.

(E) Ubicación:

Techo

(E) Solución:

- Colocar tubería adecuada con sus accesorios.
- Identificar los conductores adecuadamente.

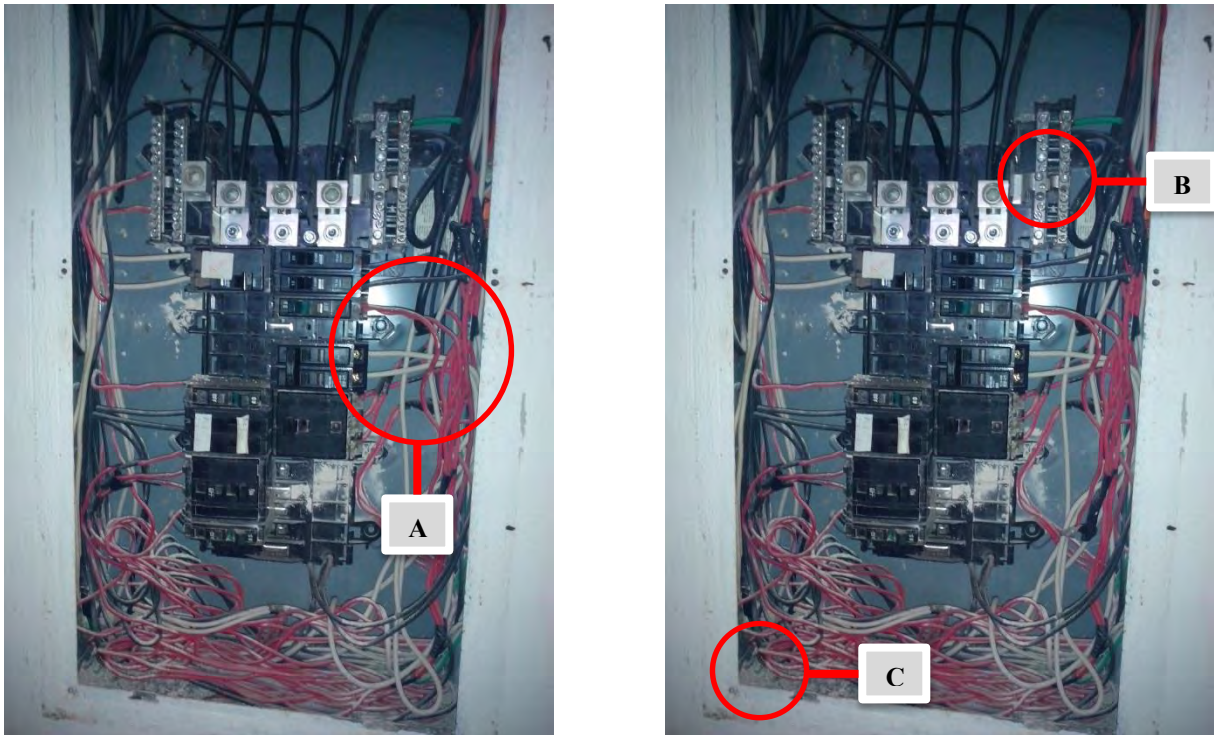


Figura 56 – (A) Conductores sin identificar, (B) Falta de sistema de tierra, (C) Polvo y salitre (Góngora, 2014).

(F) Sección de referencia en la Norma NOM-001-SEDE-2005

Artículo 110-12. Ejecución mecánica de los trabajos.- Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.

Artículo 110-12(c). Integridad de los equipos y conexiones eléctricas.- Las partes internas de los equipos eléctricos, como las barras colectoras, terminales de cables y otras superficies, no deben estar dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar

negativamente al buen funcionamiento o la resistencia mecánica de los equipos, como piezas rotas, dobladas, cortadas, deterioradas por la corrosión o por acción química o sobrecalentamiento o contaminadas por materiales extraños como pintura, yeso, limpiadores o abrasivos.

Artículo 310-12. Identificación de los conductores. (c) Conductores de fase.- Los conductores que vayan a utilizarse como conductores de fase, ya sea como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar identificados de modo que se distinga claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas.

(F) Ubicación:

Comedor

(F) Solución:

- Limpiar debidamente los centros de cargas, retirando pintura, polvo o excesos de cemento que se encuentran en estos.
- Identificar todos los conductores de acuerdo a la normatividad existente.
- Instalar un sistema de puesta a tierra adecuado.

Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones que se obtuvieron mediante el análisis de las áreas de estudio desarrolladas durante la elaboración de la presente tesis.

Sistemas de iluminación

Debido a que un cambio en el número de luminarias y su reubicación en las instalaciones es poco factible ya que la mayor parte se encuentra con cierto tiempo de vida útil transcurrido, se recomienda cambiar todas las lámparas T12 por lámparas T8, mientras que en algunas áreas donde existen lámparas T8 se recomienda el cambio al modelo T5. A partir de la Tabla 30 se aprecian la cantidad de luminarias que existen en el sistema actual.

Como se aprecia en la Tabla 33, solo se realiza un cambio mínimo en las luminarias instaladas, en la cual la Tabla 34 muestra que genera una demanda de energía de 1.07kW menor a la que actualmente está instalada, lo cual en la Tabla 35 se ve que la inversión para realizar el cambio es de \$46,902.51.

A su vez, de la Tabla 36 a la Tabla 38 se aprecia un mayor cambio en el sistema de iluminación propuesto, el cual genera una demanda de energía aún menor que la que se tendría con un pequeño cambio en el sistema actual. Este cambio sería con una inversión de \$54,193.76.

Con ayuda de la Tabla 41 y la Tabla 43 se observa que la propuesta que conviene más al usuario es la segunda, aun cuando se aprecia en la Tabla 38 que la inversión es mayor a la de la primera propuesta.

Para finalizar, se observa que el ahorro anual con ayuda de la segunda propuesta es de \$24,162.69 M.N, el cual genera una recuperación de la inversión total en aproximadamente 1.64 años, lo cual es un estimado aceptable para el beneficio total al ambiente laboral.

Sistemas de aire acondicionado

Después de revisar hojas de datos técnicos y de diferentes marcas con tecnología Inverter y minisplit, se seleccionó el equipo Magnum 13 de la marca Mirage el cual se encuentra en capacidades de 1 y 1.5 toneladas de refrigeración y cuyo consumo es de 900W y 1300W respectivamente. Basado en los datos de la Tabla 45 se presenta en la Tabla 66 los equipos sugeridos, así como el cálculo del ahorro de energía y en la facturación eléctrica.

La inversión que se debe realizar para adquirir los equipos de aire acondicionado que se recomendaron en la Tabla 66, así como el número de equipos de 1 y 1.5 toneladas de refrigeración, el monto total de la inversión es de \$322,605.00 M.N. Tomando en cuenta un 25% de mano de obra, suma que puede parecer un poco elevada, pero aún faltaría evaluar el ahorro en la facturación derivado del cambio de equipos, para lo cual se elaboró la Tabla 68.

El ahorro diario es de \$270.08 M.N. y tomando en consideración 12 horas laborales, usando la información de la Tabla 68 se observa que el ahorro anual estimado es de \$117,520.75 M.N.

Considerando la inversión inicial de \$322,605.00 M.N. y el ahorro anual de \$117,520.75 M.N., se obtiene un tiempo de recuperación aproximado de 2.75 años, sin tomar en cuenta que el costo de la energía se incrementa mensualmente, y a su vez considerando que la vida útil de un equipo de aire acondicionado puede ser de 10 años.

Auditoría eléctrica

A través del recorrido y posterior análisis de las instalaciones eléctricas del Hospital General de la ciudad de Chetumal, se detectaron diversas problemáticas y anomalías, las cuales son consecuencia de la antigüedad de las instalaciones, la falta de apego a la normatividad existente y al añadido de la mayor demanda y consumo de energía por el continuo crecimiento de los servicios brindado por el Hospital General, también hay partes en las que denota una falta de planeación a futuro de las instalaciones que fueron realizadas.

La principal recomendación es tomar las medidas pertinentes para evitar posibles accidentes, tales como una revisión completa de la instalación eléctrica y mantenimiento frecuente, y así mismo se recomienda realizar las correcciones que fueron señaladas en el capítulo de auditoría eléctrica.

El ahorro en esta área en específico no fue cuantificado en el trabajo realizado en esta tesis, pero es realmente necesario subsanar los errores indicados y realizar los mantenimientos debidos y apegados a la normatividad aunque esto no conlleve un ahorro tangible en la facturación de la energía eléctrica, pero que podrían evitar un perjuicio mayor a cualquier ahorro económico.

Bibliografía

- ALCODM. (s.f.). *ALCODM*. Recuperado el 10 de 06 de 2015, de <http://alcodm.com.mx/gabinete-para-empotrar-con-louver-trf/>
- Aragón, J. (2014). *Balance térmico en las instalaciones de la preparatoria del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No. 10 en Chetumal Quintana Roo*. Chetumal.
- Arce, R. (2009). *Aparatos que consumen más energía*. CONUEE.
- Buque, F. (2007). *Manual práctico de refrigeración y aire acondicionado* (Vol. 1). Bogotá: Marcombo - AlfaOmega.
- Comisión Federal de Electricidad. (2014). *CFE*. Recuperado el 25 de 01 de 2015, de http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp
- Comisión Nacional de Agua. (2014). *CONAGUA*. Obtenido de www.conagua.gob.mx
- Córdova, Ing. Hugo. (s.f.). *Hi-Tech Refrigeración S.A.* Recuperado el 20 de 01 de 2014, de <http://www.hitechrefrigeracion.com/web/d-hitech-historia.pdf>
- Falcón, H. (2010). *Taller para el aislamiento térmico en la vivienda*. Asociación de empresas para el ahorro de energía en la edificación, AC.
- Funcionalidad y confort de la mano*.(2012, Agosto). (Año VI (64),11). Revista MUNDO HVACR.
- García Ramos, A. (2011). Balance energético en las oficinas de la CFE de transmisión y transformación de Chetumal. Chetumal, Quintana Roo, México: CFE.
- García, D. (2007). *Instalaciones de refrigeración y aire acondicionado*. Barcelona España: UOC-Marcombo. ISBN OUC.
- López, D. (Octubre de 2010). Soluciones de eficiencia energética. *Revista MUNDO HVACR*, Año VI (66), 30-32.
- Mecánica Virtual. (18 de Septiembre de 2014). *Curso de aire acondicionado*. Obtenido de www.mecanicavirtual.org
- Merlín Euan, N. d. (2013). *Balance térmico en las oficinas del PRI, Kantunilkín, Quintana Roo*. Chetumal, QR, México: Universidad de Quintana Roo.
- Miranda, Á. L. (2004). *Aire acondicionado (Quinta edición)*. Barcelona, España.: CEAC.

- Miranda, Á. L. (2008). *Técnicas de climatización* (Segunda ed.). Barcelona, España: Marcombo. Ediciones Técnicas.
- Morillon, D. (2012). *Edificación sustentable*. México D.F.: Instituto de Ingeniería de la UNAM.
- Mundo HVACR. (Abril de 2010). Compresión scroll: mejoras en forma de espiral. *MUNDO HVACR*, IX(112), 26-37.
- Norma Oficial Mexicana. (s.f.). *NOM-008-ENER-2001*. Recuperado el 2014 de 05 de 2014, de <http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/6933/11/NOM008ENER2001.pdf>
- Peña Ávila, C. E. (2013). Diagnóstico energético y ahorro de energía en las oficinas de la SAGARPA. *UQROO*, 125.
- Pita, E. G. (2006). *Principios y sistemas de refrigeración*.
- Quadri, I. N. (Mayo de 2008). Incremento de la eficiencia energética en el aire acondicionado.
- Rey, F. &. (2006). *Curso Universitario de Ingeniería de Climatización*. Valladolid, España.
- Secretaría de Trabajo y Previsión Social. (1994). *NOM-025-STPS-1994*. Recuperado el 21 de 03 de 2014, de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-025.pdf>
- Serra, R. (1999). *Arquitectura y Energía*. Barcelona: UPC.
- Soluciones para cada aplicación. (Mayo de 2010).
- Trejo, P., & Reyes, H. (2009). *Tesis: Cálculo y selección del equipo de un sistema de aire acondicionado para un teatro en Puerto Vallarta Jalisco*. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional.

Apéndices

Apéndice A – Tablas de ganancia de calor por conducción

Local	Barrera	Orientación	1/hi	1/he	L1/K1	L2/K2	L3/K3	L4/k4	L5/k5	L6/k6	M	K	Área (m ²)	Te (°C)	Ti (°C)	Qpc (W)	
Farmacia	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.250	45	25	24.07	
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	10.340	25	25	0.00
		3	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	9.150	25	25	0.00
		4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	13.200	25	25	0.00
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	6.200	39	25	217.26
	Ventana	2	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	2.200	29	25	42.77
																284.10	
Contabilidad	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	11.200	45	25	14.00	
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	5.760	32	25	100.92
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	5.720	39	25	200.44
	Ventana	5	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	2.200	39	25	149.69
																	465.06

Dirección General	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	26.500	45	25	33.13
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	10.960	36	25	301.77
		4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	4.080	32	25	66.38
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	10.350	39	25	362.69
	Ventana	5	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.760	29	25	34.22
		2	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.760	27	25	17.108
	Puerta	3	0.123	0.077	0.308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.508	1.968	1.995	25	25	0.00
815.29																
Sala de juntas	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.240	45	25	24.05
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.400	2.503	6.420	36	25	176.76
	Ventana	2	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.980	27	25	19.25
	Puerta	5	0.123	0.077	0.308	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.508	1.968	1.995	25	25	0.00
220.06																
Subdirector Médico	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.240	45.000	25.000	24.053
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.400	2.500	7.120	36.000	25.000	195.800
	Ventana	2	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.760	27.000	25.000	17.108
236.96																
Trabajo social	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	11.440	45.000	25.000	14.302
	Muro	2	0.000	0.000	0.000	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.175	5.704	3.520	36.000	25.000	220.847
	Ventana	2	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.760	27.000	25.000	17.108
252.26																

Caja	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	11.440	45.000	25.000	14.302
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.400	2.500	3.080	36.000	25.000	84.700
	Ventana	2	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	2.200	27.000	25.000	21.385
Recursos humanos	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	18.200	45.000	25.000	22.753
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.400	2.500	4.770	36.000	25.000	131.175
	Ventana	2	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	3.630	27.000	25.000	35.284
Contabilidad	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	18.720	45.000	25.000	23.403
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	5.250	37.000	25.000	157.766
	Ventana	2	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	4.070	27.000	25.000	39.561
Archivo clínico	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	76.960	45.000	25.000	96.212
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	17.760	40.000	25.000	667.126
		3	0.123	0.077	0.005	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.381	2.624	19.460	40.000	25.000	765.979
	Ventana	3	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	5.500	28.000	25.000	80.192
																1609.51
Consultorio	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.250	45.000	25.000	24.066
																24.07
Jef. de enferm.	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.250	45.000	25.000	24.066
																24.07

Rayos X 1	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	27.500	45.000	25.000	34.379
																34.38
Rayos X 2	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	20.480	45.000	25.000	25.603
																25.60
Cuarto obscuro	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	6.800	45.000	25.000	8.501
																8.50
Bacteriología	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	17.500	45.000	25.000	21.878
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	10.020	38.000	25.000	326.201
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	7.200	39.000	25.000	252.426
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.980	29.000	25.000	38.492
															639.00	
Orinas y copros	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	17.500	45.000	25.000	21.878
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	10.020	25.000	25.000	0.000
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	7.200	39.000	25.000	252.426
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.980	25.000	25.000	0.000
															274.30	
Hematología	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	17.500	45.000	25.000	21.878
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	10.020	25.000	25.000	0.000
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	7.200	39.000	25.000	252.426
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.980	25.000	25.000	0.000
															274.30	

Toma de muestras	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	17.500	45.000	25.000	21.878
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	10.020	25.000	25.000	0.000
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	7.200	39.000	25.000	252.426
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.980	25.000	25.000	0.000
274.30																
Laboratorio de muestras	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	30.000	45.000	25.000	37.505
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	5.760	39.000	25.000	201.941
		4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	7.200	32.000	25.000	126.213
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.980	29.000	25.000	38.492
404.15																
C.E.Y.E.	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	48.000	45.000	25.000	60.008
	Muro	5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	19.200	39.000	25.000	673.136
733.14																
Tamiz neonatal	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	11.250	45.000	25.000	14.064
	Muro	3	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	4.460	40.000	25.000	167.533
	Ventana	3	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.540	29.000	25.000	29.938
211.54																
Aislado 301 pediatría	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	14.190	45.000	25.000	17.740
	Muro	3	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	6.050	40.000	25.000	227.259
	Ventana	3	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.870	29.000	25.000	36.354
281.35																

Aislado 302 pediatría	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	11.250	45.000	25.000	14.064
	Muro	3	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	4.460	40.000	25.000	167.533
	Ventana	3	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.540	29.000	25.000	29.938
	211.54															
308 – 312 pediatría	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	39.600	45.000	25.000	49.506
	Muro	2	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	11.280	32.000	25.000	197.734
		3	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	11.330	40.000	25.000	425.594
	Ventana	3	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.870	29.000	25.000	36.354
709.19																
UCIP (pediatría 306)	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	22.500	45.000	25.000	28.129
	Muro	3	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	10.130	32.500	25.000	190.259
		4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	10.800	32.500	25.000	202.842
	Ventana	3	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.870	29.000	25.000	36.354
457.58																
Oficina pediatría	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	17.600	45.000	25.000	22.003
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	7.080	38.000	25.000	230.489
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.870	28.000	25.000	27.265
279.76																
Aislado 101	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.250	45.000	25.000	24.066
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	6.530	38.000	25.000	212.584
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	10.800	31.500	25.000	175.797

	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.870	29.000	25.000	36.354
																448.80
Aislado 102	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.250	45.000	25.000	24.066
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	6.530	38.000	25.000	212.584
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.870	28.000	25.000	27.265
																263.91
103 – 113 M.I. Y G.O.	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	77.000	45.000	25.000	96.262
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	10.860	38.000	25.000	353.547
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	8.400	38.000	25.000	273.462
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	5.940	28.000	25.000	86.607
															809.88	
114 – 125 M.I. Y G.O.	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	77.000	45.000	25.000	96.262
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	10.860	38.000	25.000	353.547
		5	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	8.400	38.000	25.000	273.462
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	5.940	28.000	25.000	86.607
															809.88	
126 – 131	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	38.500	45.000	25.000	48.131
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	13.280	38.000	25.000	432.330
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	3.520	28.000	25.000	51.323
																531.78

Oficina Med. Interna	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	17.600	45.000	25.000	22.003
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	7.080	38.000	25.000	230.489
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.870	28.000	25.000	27.265
																279.76
203 – 208	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	38.500	45.000	25.000	48.131
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	13.280	38.000	25.000	432.330
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	3.520	28.000	25.000	51.323
																531.78
209 – 214	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	38.500	45.000	25.000	48.131
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	13.280	38.000	25.000	432.330
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	3.520	28.000	25.000	51.323
																531.78
215 – 220	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	38.500	45.000	25.000	48.131
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	13.280	38.000	25.000	432.330
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	3.520	28.000	25.000	51.323
																531.78
221 – 223	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	38.500	45.000	25.000	48.131
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	13.280	38.000	25.000	432.330
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	3.520	28.000	25.000	51.323
																531.78

Aislado 201	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.250	45.000	25.000	24.066	
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	6.530	38.000	25.000	212.584	
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.870	28.000	25.000	27.265
	263.91																
Aislado 202	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.250	45.000	25.000	24.066	
	Muro	4	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	6.530	38.000	25.000	212.584	
	Ventana	4	0.123	0.077	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.206	4.860	1.870	28.000	25.000	27.265
	263.91																
UCIN	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	68.250	45.000	25.000	85.323	
	Muro	3	0.123	0.077	0.024	0.152	0.024	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	33.600	40.000	25.000	1,262.131	
	1347.45																
Estadísticas	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	14.000	45.000	25.000	17.502	
	Muro	2	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	8.400	32.500	25.000	157.766
		4	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	8.400	32.500	25.000	157.766
	333.03																
Oficina jefe de Mtro.	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	19.250	45.000	25.000	24.066	
	Muro	4	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	6.530	38.000	25.000	212.584	
	Ventana	4	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	1.870	28.000	25.000	14.049
	250.70																

Paquete 1	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	495.000	45.000	25.000	618.829
	Muro	5	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	24.000	38.000	25.000	781.319
	Ventana	5	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	22.000	28.000	25.000	165.279
																1565.43
Quirófano paquete	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	373.800	45.000	25.000	467.310
	Muro	2	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	25.200	36.000	25.000	694.172
		5	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	48.400	39.000	25.000	1,696.865
																2858.35
Choque paquete 3	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	810.000	45.000	25.000	1,012.630
	Muro	2	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	64.800	36.000	25.000	1,785.014
		5	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	12.000	39.000	25.000	420.710
																3218.35
Choque paquete 3	Techo	1	0.152	0.077	0.032	0.029	0.253	0.024	0.165	15.267	15.998	0.063	374.000	45.000	25.000	467.560
	Muro	2	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	0.000	36.000	25.000	0.000
		5	0.123	0.077	0.750	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.399	2.504	0.000	39.000	25.000	0.000
																467.56

Apéndice B – Tabla de ganancia de calor por radiación

Local	Componente	Orientación	Área (m ²)	CS	FG	P	E	W	SE	Qr (W)
Farmacia	Ventana	2	2.200	1	95	0	1.4	1.2	1	209.00
Ganancia de calor total por radiación en la sala 1 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										117.04
Administración	Ventana	5	2.200	1	133	0	1.4	1.2	1	292.6
Ganancia de calor total por radiación en la sala 2 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										163.86
Dirección general	Ventana	2	1.760	1	95	0	1.4	1.2	1	167.2
		5	1.760	1	133	0	1.4	1.2	1	234.08
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										224.72
Sala de juntas	Ventana	2	1.980	1.0	95	0	1.40	1.20	1.00	188.1
Ganancia de calor total por radiación en la sala 4 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										105.34
Subdirector	Ventana	5	1.760	1.0	133	0	1.40	1.20	1.00	234.08
Ganancia de calor total por radiación en la sala 4 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										131.08
Trabajo social	Ventana	2	1.760	1	95	0	1.4	1.2	1	167.2
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										93.63
Caja	Ventana	2	2.200	1	95	0	1.4	1.2	1	209
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										117.04
Recursos humanos	Ventana	2	3.630	1	95	0	1.4	1.2	1	344.85
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										193.12
Contabilidad	Ventana	2	4.070	1	95	0	1.4	1.2	1	386.65
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										216.52

Archivo clínico	Ventana	2	5.500	1	95	0	1.4	1.2	1	522.5
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										292.60
Bacteriología	Ventana	4	1.980	1	119	0	1.4	1.2	1	235.62
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										131.95
Orinas y copros	Ventana	4	1.980	1	119	0	1.4	1.2	1	235.62
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										131.95
Hematología	Ventana	4	1.980	1	119	0	1.4	1.2	1	235.62
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										131.95
Toma de muestras	Ventana	4	1.980	1	119	0	1.4	1.2	1	235.62
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										131.95
Laboratorio de muestras	Ventana	4	1.980	1	119	0	1.4	1.2	1	235.62
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										131.95
C.E.Y.E.	Ventana	4	19.200	1	119	0	1.4	1.2	1	2284.8
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										1279.49
Tamiz neonatal	Ventana	3	1.540	1	152	0	1.4	1.2	1	234.08
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										131.08
Aislado 301 pediatría	Ventana	3	1.870	1	152	0	1.4	1.2	1	284.24
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 x factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										159.17
Aislado 302 pediatría	Ventana	3	1.540	1	152	0	1.4	1.2	1	234.08
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										131.08
308 – 312 pediatría	Ventana	3	1.870	1	152	0	1.4	1.2	1	284.24

Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										159.17
UCIP (pediatría 306)	Ventana	3	1.870	1	152	0	1.4	1.2	1	284.24
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										159.17
Oficina pediatría	Ventana	4	1.870	1	119	0	1.4	1.2	1	222.53
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										124.62
Aislado 101	Ventana	4	1.870	1	119	0	1.4	1.2	1	222.53
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										124.62
Aislado 102	Ventana	4	1.870	1	119	0	1.4	1.2	1	222.53
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										124.62
103 – 113 – M.I. y G.O.	Ventana	4	5.940	1	119	0	1.4	1.2	1	706.86
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										395.84
114 – 125 – M.I. y G.O.	Ventana	4	5.940	1	119	0	1.4	1.2	1	706.86
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										395.84
126 – 131	Ventana	4	3.520	1	119	0	1.4	1.2	1	418.88
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										234.57
Oficina medicina interna	Ventana	4	1.870	1	119	0	1.4	1.2	1	222.53
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										124.62
203 – 208	Ventana	4	3.520	1	119	0	1.4	1.2	1	418.88
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										234.57
209 – 214	Ventana	4	3.520	1	119	0	1.4	1.2	1	418.88
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										234.57

215 – 220	Ventana	4	3.520	1	119	0	1.4	1.2	1	418.88
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										234.57
221 – 223	Ventana	4	3.520	1	119	0	1.4	1.2	1	418.88
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										234.57
Aislado 201	Ventana	4	1.870	1	119	0	1.4	1.2	1	222.53
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										124.62
Aislado 202	Ventana	4	1.870	1	119	0	1.4	1.2	1	222.53
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										124.62
UCIN – incubadoras	Ventana	4	0.000	1	119	0	1.4	1.2	1	0
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										0.00
Estadísticas	Ventana	4	0.000	1	119	0	1.4	1.2	1	0
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										0.00
Oficina jefe de mantenimiento	Ventana	4	1.870	1	119	0	1.4	1.2	1	222.53
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										124.62
Paquete 1	Ventana	5	22.000	0.2	119	0	1.4	1.2	1	523.6
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										293.22
Quirófano paquete	Ventana	0	0.000	0.2	119	0	1.4	1.2	1	0
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										0.00
Paquete 3	Ventana	0	0.000	0.2	119	0	1.4	1.2	1	0
Ganancia de calor total por radiación en la sala 3 * factor de corrección de 0.56 en ventanas con persiana interior										0.00

Apéndice C – Tabla de ganancia de calor sensible por infiltración

<u>GANANCIA DE CALOR SENSIBLE</u> DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACIONES								
Local	Tabla 26	Personas	Puertas	Vi (m³/h)	Te (°C)	Ti (°C)	ΔT (°C)	Qsi (W)
Farmacia	34	5	1	170	25	25	0	0.00
Coordinación	34	5	1	170	25	25	0	0.00
Dirección general	34	5	1	170	25	25	0	0.00
Sala de juntas	34	20	1	680	25	25	0	0.00
Subdirector médico	34	5	1	170	25	25	0	0.00
Trabajo social	34	8	1	272	25	25	0	0.00
Caja	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Recursos humanos	34	2	1	68	25	25	0	0.00
Contabilidad	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Archivo clínico	34	6	1	204	25	25	0	0.00
Consultorio	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Jefatura de enfermería	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Rayos X 1	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Rayos X 2	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Cuarto oscuro	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Bacteriología	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Orinas y copros	34	3	1	102	25	25	0	0.00

Hematología	34	3	1	102	25	25	0	0.00
Toma de muestras	34	3	1	102	25	25	0	0.00
Laboratorio de muestras	34	13	1	442	25	25	0	0.00
C.E.Y.E.	34	6	1	204	25	25	0	0.00
Tamiz neonatal	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Aislado 301 pediatría	34	8	1	272	25	25	0	0.00
Aislado 302 pediatría	34	8	1	272	25	25	0	0.00
308 – 312 pediatría	34	10	1	340	25	25	0	0.00
306 pediatría	34	12	1	408	25	25	0	0.00
Oficina pediatría	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Aislado 101	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Aislado 102	34	4	1	136	25	25	0	0.00
103 – 113 – M.I. y G.O.	34	4	1	136	25	25	0	0.00
114 – 125 – M.I. y G.O.	34	4	1	136	25	25	0	0.00
126 – 131	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Oficina medicina interna	34	4	1	136	25	25	0	0.00
203 – 208	34	4	1	136	25	25	0	0.00
209 – 214	34	4	1	136	25	25	0	0.00
215 – 220	34	4	1	136	25	25	0	0.00
221 – 223	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Aislado 201	34	4	1	136	25	25	0	0.00

Aislado 202	34	4	1	136	25	25	0	0.00
UCIN – Incubadoras	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Estadísticas	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Oficina jefe de mantenimiento	34	4	1	136	25	25	0	0.00
Paquete 1	34	50	1	1700	31.5	25	6.5	3757
Quirófano paquete	34	20	1	680	31.5	25	6.5	1502.8
Paquete 3 choque	34	50	1	1700	31.5	25	6.5	3757
Paquete 3 choque	34	50	1	1700	31.5	25	6.5	3757

Apéndice D – Tabla de ganancia de calor latente por infiltración

GANANCIA DE CALOR LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACIONES								
Local	Tabla 27	Personas	Puertas	Vi (m³/h)	We (g/kg as)	Wi (g/kg as)	ΔW (g/kg as)	Qli (W)
Farmacia	0	5	1	0	23	10	13	0
Coordinación	0	5	1	0	23	10	13	0
Dirección general	0	5	1	0	23	10	13	0
Sala de juntas	0	20	1	0	23	10	13	0
Subdirector médico	0	5	1	0	23	10	13	0
Trabajo social	0	8	1	0	23	10	13	0
Caja	0	4	1	0	23	10	13	0
Recursos humanos	0	4	1	0	23	10	13	0
Contabilidad	0	4	1	0	23	10	13	0
Archivo clínico	0	6	1	0	23	10	13	0
Consultorio	0	4	1	0	23	10	13	0
Jefatura de enfermería	0	4	1	0	23	10	13	0
Rayos X 1	0	4	1	0	23	10	13	0
Rayos X 2	0	4	1	0	23	10	13	0
Cuarto oscuro	0	4	1	0	23	10	13	0
Bacteriología	0	4	1	0	23	10	13	0
Orinas y copros	0	4	1	0	23	10	13	0

Hematología	0	4	1	0	23	10	13	0
Toma de muestras	0	4	1	0	23	10	13	0
Laboratorio de muestras	0	13	1	0	23	10	13	0
C.E.Y.E.	0	6	1	0	23	10	13	0
Tamiz neonatal	0	4	1	0	23	10	13	0
Aislado 301 pediatría	0	8	1	0	23	10	13	0
Aislado 302 pediatría	0	8	1	0	23	10	13	0
308 – 312 pediatría	0	10	1	0	23	10	13	0
306 pediatría (UCIP)	0	12	1	0	23	10	13	0
Oficina pediatría	0	4	1	0	23	10	13	0
Aislado 101	0	4	1	0	23	10	13	0
Aislado 102	0	4	1	0	23	10	13	0
103 – 113 – M.I. y G.O.	0	16	1	0	23	10	13	0
114 – 125 – M.I. y G.O.	0	16	1	0	23	10	13	0
126 – 131	0	10	1	0	23	10	13	0
Oficina medicina interna	0	4	1	0	23	10	13	0
203 – 208	0	10	1	0	23	10	13	0
209 – 214	0	10	1	0	23	10	13	0
215 – 220	0	10	1	0	23	10	13	0
221 – 223	0	10	1	0	23	10	13	0
Aislado 201	0	4	1	0	23	10	13	0

Aislado 202	0	4	1	0	23	10	13	0
UCIN – incubadoras	0	20	1	0	23	10	13	0
Estadísticas	0	4	1	0	23	10	13	0
Oficina jefe de mantenimiento	0	4	1	0	23	10	13	0
Paquete 1	9	50	1	450	23	10	13	4855.5
Quirófano paquete	9	20	1	180	23	10	13	1942.2
Paquete 3	9	50	1	450	23	10	13	4855.5
Paquete 4	9	50	1	450	23	10	13	4855.5

Apéndice E – Tablas de ganancia de calor sensible por usuarios

<u>GANANCIA DE CALOR SENSIBLE GENERADO POR LOS USUARIOS</u>			
Local	Tabla 27	Personas	Qsp (W)
Farmacia	70	5	350
Coordinación	70	5	350
Dirección general	70	5	350
Sala de juntas	70	20	1400
Subdirector médico	70	5	350
Trabajo social	70	8	560
Caja	70	4	280
Recursos humanos	70	2	140
Contabilidad	70	4	280
Archivo clínico	70	6	420
Consultorio	70	4	280
Jefatura de enfermería	70	4	280
Rayos X 1	70	4	280
Rayos X 2	70	4	280
Cuarto oscuro	70	4	280
Bacteriología	70	4	280
Orinas y copros	70	3	210

Hematología	70	3	210
Toma de muestras	70	3	210
Laboratorio de muestras	70	13	910
C.E.Y.E.	70	6	420
Tamiz neonatal	70	4	280
Aislado 301 pediatría	70	8	560
Aislado 302 pediatría	70	8	560
308 – 312 pediatría	70	10	700
306 pediatría (UCIP)	70	12	840
Oficina pediatría	70	4	280
Aislado 101	70	4	280
Aislado 102	70	4	280
103 – 113 – M.I. y G.O.	70	16	1120
114 – 125 – M.I. y G.O.	70	16	1120
126 – 131	70	10	700
Oficina medicina interna	70	4	280
203 – 208	70	10	700
209 – 214	70	10	700
215 – 220	70	10	700
221 – 223	70	10	700
Aislado 201	70	4	280

Aislado 202	70	4	280
UCIN – Incubadoras	70	20	1400
Estadísticas	70	4	280
Oficina jefe de mantenimiento	70	4	280
Paquete 1	70	50	3500
Quirófano paquete	70	20	1400
Paquete 3 choque	70	50	3500
Paquete 3 choque	70	50	3500

Apéndice F – Tablas de ganancia de calor latente por usuarios

<u>GANANCIA DE CALOR LATENTE GENERADO POR LOS USUARIOS</u>			
Local	Tabla 27	Personas	Qsp (W)
Farmacia	47	5	235
Coordinación	47	5	235
Dirección general	47	5	235
Sala de juntas	47	20	940
Subdirector médico	47	5	235
Trabajo social	47	8	376
Caja	47	4	188
Recursos humanos	47	2	188
Contabilidad	47	4	188
Archivo clínico	47	6	282
Consultorio	47	4	188
Jefatura de enfermería	47	4	188
Rayos X 1	47	4	188
Rayos X 2	47	4	188
Cuarto oscuro	47	4	188
Bacteriología	47	4	188
Orinas y copros	47	3	188

Hematología	47	3	188
Toma de muestras	47	3	188
Laboratorio de muestras	47	13	611
C.E.Y.E.	47	6	282
Tamiz neonatal	47	4	188
Aislado 301 pediatría	47	8	376
Aislado 302 pediatría	47	8	376
308 – 312 pediatría	47	10	470
306 pediatría (UCIP)	47	12	564
Oficina pediatría	47	4	188
Aislado 101	47	4	188
Aislado 102	47	4	188
103 – 113 – M.I. y G.O.	47	16	752
114 – 125 – M.I. y G.O.	47	16	752
126 – 131	47	10	470
Oficina medicina interna	47	4	188
203 – 208	47	10	470
209 – 214	47	10	470
215 – 220	47	10	470
221 – 223	47	10	470
Aislado 201	47	4	188

Aislado 202	47	4	188
UCIN – Incubadoras	47	20	940
Estadísticas	47	4	188
Oficina jefe de mantenimiento	47	4	188
Paquete 1	47	50	2350
Quirófano paquete	47	20	940
Paquete 3 choque	47	50	2350
Paquete 4	47	50	2350

Apéndice G – Tablas de ganancia de calor por iluminación

GANANCIA DE CALOR GENERADO POR ILUMINACIÓN				
Local	Potencia (W)	Lámparas	Potencia Total (W)	QSI (W)
Farmacia	14	9	157.5	301.25
	23	5	143.75	
Coordinación	14	6	105	105
Dirección general	14	6	105	105
Sala de juntas	14	24	420	420
Subdirector médico	14	6	105	105
Trabajo social	23	4	92	92
Caja	14	9	157.5	157.5
Recursos humanos	23	3	86.25	348.75
	14	15	262.5	
Contabilidad	14	6	105	105
Archivo clínico	60	4	300	510
	14	12	210	
Consultorio	23	2	57.5	162.5
	14	6	105	
Jefatura de enfermería	23	6	172.5	172.5
Rayos X 1	23	7	201.25	201.25

Rayos X 2	14	12	210	510
	60	4	300	
Cuarto oscuro	14	3	52.5	52.5
Bacteriología	14	18	315	315
Orinas y copros	14	18	315	315
Hematología	14	18	315	315
Toma de muestras	14	6	105	105
Laboratorio de muestras	14	18	315	602.5
	23	10	287.5	
C.E.Y.E.	32	5	200	315
	32	2	80	
	14	2	35	
Tamiz neonatal	14	6	105	105
Aislado 301 pediatría	14	6	105	105
Aislado 302 pediatría	14	12	210	210
308 – 312 pediatría	14	18	315	315
306 pediatría (UCIP)	14	18	315	315
Oficina pediatría	14	9	157.5	157.5
Aislado 101	14	6	105	105
Aislado 102	14	3	52.5	52.5
103 – 113 – M.I. y G.O.	14	36	630	630

114 – 125 – M.I. y G.O.	14	36	630	630
126 – 131	14	18	315	315
Oficina medicina interna	14	9	157.5	157.5
203 – 208	14	27	472.5	472.5
209 – 214	14	27	472.5	472.5
215 – 220	14	27	472.5	472.5
221 – 223	14	9	157.5	157.5
Aislado 201	14	6	105	105
Aislado 202	14	6	105	105
UCIN – Incubadoras	14	18	315	315
Estadísticas	14	6	105	105
Oficina jefe de mantenimiento	23	4	115	115
Paquete 1	9	40	450	450
Quirófano paquete	32	56	2240	2802.5
	9	50	562.5	
Paquete 3 choque	32	22	880	1442.5
	9	50	562.5	

Apéndice H – Tabla de ganancia de calor por máquinas

<u>GANANCIA DE CALOR</u> GENERADO POR MÁQUINAS					
Local	Equipo	Cantidad	W c/u	Qmaq (W)	Qmaq total (W)
Farmacia	Pc escritorio	2	250	500	950
	Refrigerador	1	450	450	
Coordinación	Pc escritorio	2	250	500	1395
	Cafetera	1	720	720	
	Enfriador de agua	1	175	175	
Dirección general	Pc escritorio	1	250	250	425
	Laptop	1	75	75	
	Frigobar	1	100	100	
Sala de juntas	Proyector	1	280	280	2600
	Cafetera	1	1500	1500	
	Computadora	1	820	820	
Subdirector médico	Pc escritorio	1	250	250	250
Trabajo social	Pc escritorio	1	250	250	250
Caja	Pc escritorio	1	250	250	250
Recursos humanos	Pc escritorio	2	250	500	500
Contabilidad	Pc escritorio	1	250	250	250
Archivo clínico	Pc escritorio	1	250	250	425

	Enfriador de agua	1	175	175	
Consultorio	Silla dental	1	800	800	800
Jefatura de enfermería	Pc escritorio	2	250	500	500
Rayos X 1	Ninguno	0	0	0	0
Rayos X 2	Rayos x horizontal	1	1000	1000	1000
	Rayos x vertical	0	40000	0	
Cuarto oscuro	Ninguno	0	0	0	0
Bacteriología	Pc escritorio	1	250	250	450
	Equipo cobas-b21	1	200	200	
Orinas y copros	Pc escritorio	2	250	500	5240
	Ups Eaton	2	1620	3240	
	Centrifuga universal	1	300	300	
	Equipo cobas-integral	1	1200	1200	
Hematología	Pc escritorio	2	250	500	980
	Analizador ABX Pentra 80	1	230	230	
	Analizador hematología	1	250	250	
Toma de muestras					0
Laboratorio de muestras	Pc escritorio	2	250	500	2211
	Frigobar	1	100	100	

	Centrifugadora	2	318	636	
	Refrigerador-Tor-Rey	1	375	375	
	Refrigerador bacteriología	2	300	600	
C.E.Y.E.	Enfriador de agua	1	100	100	100
Tamiz neonatal	Pc escritorio	1	250	250	250
Aislado 301 pediatría		0	0	0	0
Aislado 302 pediatría		0	0	0	0
308 – 312 pediatría		0	0	0	0
306 pediatría(UCIP)		0	0	0	0
Oficina pediatría	Pc escritorio	1	250	250	600
	Televisión	1	175	175	
	Enfriador de agua	1	175	175	
Aislado 101				0	0
Aislado 102				0	0
103 – 113 – M.I. y G.O		0	100	0	0
114 – 125 – M.I. y G.O.		0	100	0	0
126 – 131		0	100	0	0
Oficina medicina interna	Pc escritorio	1	250	250	250
203 – 208		0		0	0
209 – 214		0		0	0
215 – 220		0		0	0

221 – 223		0		0	0
Aislado 201		0		0	0
Aislado 202		0		0	0
UCIN – Incubadoras	Cuna térmica	4	400	1600	4800
	Monitor de signos vitales	4	400	1600	
	Dosificador	4	400	1600	
Estadísticas	Pc escritorio	1	250	250	250
Oficina jefe de mantenimiento	Cafetera	1	750	750	1000
	Pc escritorio	1	250	250	
Vestíbulo	0	0	0	0	0
Quirófano paquete	Equipo de anestesia	2	1800	3600	4775
	Lámpara de Quirófano	2	450	900	
	Frigobar	1	100	100	
	Enfriador de agua	1	175	175	
Paquete 3	Equipo de anestesia	2	1800	3600	4775
	Lámpara de Quirófano	2	450	900	
	Frigobar	1	100	100	
	Enfriador de agua	1	175	175	

Apéndice I – Tabla de ganancia de calor sensible por ventilación

<u>GANANCIA DE CALOR SENSIBLE DEBIDO A LA VENTILACIÓN</u>						
Local	Vv (m³/h) (Tabla 27)	Personas	Te (°C)	Ti (°C)	ΔT (°C)	Qsv (W)
Farmacia	34	5	25	25	0	0.00
Coordinación	34	5	25	25	0	0.00
Dirección general	34	5	25	25	0	0.00
Sala de juntas	34	20	25	25	0	0.00
Subdirector médico	34	5	25	25	0	0.00
Trabajo social	34	8	25	25	0	0.00
Caja	34	4	25	25	0	0.00
Recursos humanos	34	4	25	25	0	0.00
Contabilidad	34	4	25	25	0	0.00
Archivo clínico	34	6	25	25	0	0.00
Consultorio	34	4	25	25	0	0.00
Jefatura de enfermería	34	4	25	25	0	0.00
Rayos X 1	34	4	25	25	0	0.00
Rayos X 2	34	4	25	25	0	0.00
Cuarto oscuro	34	4	25	25	0	0.00
Bacteriología	34	4	25	25	0	0.00
Orinas y copros	34	4	25	25	0	0.00

Hematología	34	4	25	25	0	0.00
Toma de muestras	34	4	25	25	0	0.00
Laboratorio de muestras	34	13	25	25	0	0.00
C.E.Y.E.	34	6	25	25	0	0.00
Tamiz neonatal	34	4	25	25	0	0.00
Aislado 301 pediatría	34	8	25	25	0	0.00
Aislado 302 pediatría	34	8	25	25	0	0.00
308 – 312 pediatría	34	10	25	25	0	0.00
306 pediatría(UCIP)	34	12	25	25	0	0.00
Oficina pediatría	34	4	25	25	0	0.00
Aislado 101	34	4	25	25	0	0.00
Aislado 102	34	4	25	25	0	0.00
103 – 113 – M.I. y G.O.	34	16	25	25	0	0.00
114 – 125 – M.I y G.O.	34	16	25	25	0	0.00
126 – 131	34	10	25	25	0	0.00
Oficina medicina interna	34	4	25	25	0	0.00
203 – 208	34	10	25	25	0	0.00
209 – 214	34	10	25	25	0	0.00
215 – 220	34	10	25	25	0	0.00
221 – 223	34	10	25	25	0	0.00
Aislado 201	34	4	25	25	0	0.00

Aislado 202	34	4	25	25	0	0.00
UCIN – Incubadoras	34	20	25	25	0	0.00
Estadísticas	34	4	25	25	0	0.00
Oficina jefe de mantenimiento	34	4	25	25	0	0.00
Paquete 1	34	50	31.5	25	6.5	1127.1
Quirófano paquete	34	20	31.5	25	6.5	450.84
Paquete 3	34	50	31.5	25	6.5	1127.1
Paquete 4	34	50	31.5	25	6.5	1127.1

Apéndice J – Tabla de ganancia de calor por radiación

GANANCIA DE CALOR LATENTE DEBIDO A LA VENTILACIÓN						
Local	Vv (m³/h) (Tabla 27)	Personas	We (g/kg as)	Wi (g/kg as)	ΔW (g/kg as)	Qlv (W)
Farmacia	34	5	23	10	13	550.29
Coordinación	34	5	23	10	13	550.29
Dirección general	34	5	23	10	13	550.29
Sala de juntas	34	20	23	10	13	2201.16
Subdirector médico	34	5	23	10	13	550.29
Trabajo social	34	8	23	10	13	880.464
Caja	34	4	23	10	13	440.232
Recursos humanos	34	4	23	10	13	440.232
Contabilidad	34	4	23	10	13	440.232
Archivo clínico	34	6	23	10	13	660.348
Consultorio	34	4	23	10	13	440.232
Jefatura de enfermería	34	4	23	10	13	440.232
Rayos X 1	34	4	23	10	13	440.232
Rayos X 2	34	4	23	10	13	440.232
Cuarto oscuro	34	4	23	10	13	440.232
Bacteriología	34	4	23	10	13	440.232
Orinas y copros	34	4	23	10	13	440.232

Hematología	34	4	23	10	13	440.232
Toma de muestras	34	4	23	10	13	440.232
Laboratorio de muestras	34	13	23	10	13	1430.754
C.E.Y.E.	34	6	23	10	13	660.348
Tamiz neonatal	34	4	23	10	13	440.232
Aislado 301 pediatría	34	8	23	10	13	880.464
Aislado 302 pediatría	34	8	23	10	13	880.464
308 – 312 pediatría	34	10	23	10	13	1100.58
306 pediatría(UCIP)	34	12	23	10	13	1320.696
Oficina pediatría	34	4	23	10	13	440.232
Aislado 101	34	4	23	10	13	440.232
Aislado 102	34	4	23	10	13	440.232
103 – 113 – M.I. y G.O.	34	16	23	10	13	1760.928
114 – 125 – M.I. y G.O.	34	16	23	10	13	1760.928
126 – 131	34	10	23	10	13	1100.58
Oficina medicina interna	34	4	23	10	13	440.232
203 – 208	34	10	23	10	13	1100.58
209 – 214	34	10	23	10	13	1100.58
215 – 220	34	10	23	10	13	1100.58
221 – 223	34	10	23	10	13	1100.58
Aislado 201	34	4	23	10	13	440.232

Aislado 202	34	4	23	10	13	440.232
UCIN – Incubadoras	34	20	23	10	13	2201.16
Estadísticas	34	4	23	10	13	440.232
Oficina jefe de mantenimiento	34	4	23	10	13	440.232
Paquete 1	25	50	23	10	13	4046.25
Quirófano paquete	34	20	23	10	13	2201.16
Paquete 3	34	50	23	10	13	5502.9
Paquete 4	34	50	23	10	13	5502.9

Apéndice K – Especificaciones de aires acondicionados

**Minisplit Mirage Magnum 13 110v 1 ton. Frio Calor
M13FC10/110**

[M13FC10/110]

El flete se cotiza por separado. ¡Contáctanos!

Precio \$9,189.00MXP



Figura 57 – Minisplit Mirage Magnum 13 110V 1ton (Mirage, 2014).

**Minisplit Mirage Magnum13 220v 1.5 ton. Frio
Calor M13FC15/220**

[M13FC15/220]

El flete se cotiza por separado. ¡Contáctanos!

Precio \$13,023.00MXP



Figura 58 – Minisplit Mirage Magnum 13 220V 1.5ton (Mirage, 2014).

TECHNICAL SPECIFICATION		12k-115	18k-220	24k-220
MODEL NUMBER		EC13H120W	EC13H181W	EC13H261W
RATED VOLTAGE	Ph / V~ / Hz	1 / 115 / 60	1 / 230 / 60	1 / 230 / 60
COOLING CAPACITY	BTU/h	12,000	18,000	24,000
	W(e)	3 500	5 200	7 033
POWER INPUT	W	1010	1 480	1 930
RATED CURRENT	A	9.6	6.5	8.4
SEER	BTU/Wh	13	13	13
HEATING CAPACITY	BTU/h	12,000	18,000	24,000
	W(e)	3 500	5 200	7 033
POWER INPUT	W	1010	1 480	1 930
RATED CURRENT	A	9.6	6.5	8.4
HSPF	BTU/Wh	7.7	7.7	7.7
MOISTURE REMOVAL	Oz/h	44	65	85
AIR CIRCULATION	CFM	475	622	745
NOISE LEVEL				
INDOOR UNIT	dB(A)	45	50	52
OUTDOOR UNIT	dB(A)	53	57	60
COMPRESSOR TYPE		GMCC / Fixed speed / Rotary		
CAPACITOR	μ F/VAC	45/250	40	50/370
FAN MOTOR				

Figura 59 –Especificaciones Minisplit Mirage (*Mirage, 2014*).

Apéndice L – Especificaciones de luminarias



Figura 60 – Luminaria Philips 23W (*Philips México, 2014*).



Figura 61 – Precio luminaria Philips mini twister 23W (*Home Depot México, 2014*).

Clave	Código de Barras	Embalaje	Potencia (W)	Temperatura de Color (K)	Voltaje (V)	Base	Bulbo	Vida Promedio (Hrs)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia Luminosa (lm/W)
279646	8718291155553	12	9W	6500K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	480	53
279653	8718291155492	12	9W	2700K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	500	56
279703	8718291155669	12	13W	6500K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	810	62
279679	8718291155614	12	13W	2700K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	840	65
279687	8718291155744	12	18W	6500K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	1200	67
279729	8718291155706	12	18W	2700K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	1250	69
279745	8718291155782	12	23W	6500K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	1500	65
279737	8718291155768	12	23W	2700K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	1600	70
279661	8718291155836	12	26W	6500K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	1700	65
279752	8718291155805	12	26W	2700K	110-127V	E26/E27	T2	12,000	1800	69

Figura 62 – Información técnica de luminarias Philips mini twist (Philips México, 2014).

Potencia	Descripción del Producto	Equivalencia a un incandescente de:
9W	Mini Twister 9W E27 T2 127V	40W
13W	Mini Twister 13W E27 T2 127V	70W
18W	Mini Twister 18W E27 T2 127V	90W
23W	Mini Twister 23W E27 T2 127V	100W
26W	Mini Twister 26W E27 T2 127V	120W

	C	D
9W	41.0	82.5
13W	41.0	94.5
18W	50.0	107.0
23W	50.0	115.0
26W	50.0	123.0

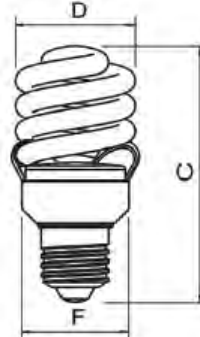


Figura 63 – Equivalencias de luminarias Philips mini twist a incandescentes y dimensiones (Philips México, 2014).

Incandescente (Watts)	Mini Twister (Watts)	Ahorros (Watts)	Costo Energía (KWh)	Horas de uso (4 Hrs x día)	Ahorros al año (por lámpara)	Ahorros en 6 años (por lámpara)	Ahorros en 12 años (por lámpara)
150	26	124	\$1.06	1460	\$192	\$788	\$1,575
100	23	77	\$1.06	1460	\$119	\$497	\$993
100	18	82	\$1.06	1460	\$127	\$528	\$1,055
75	13	62	\$1.06	1460	\$96	\$404	\$808
40	9	31	\$1.06	1460	\$48	\$212	\$424

NOTA: Costo de la energía basado en la tarifa residencial promedio del 2009 (KWhr).

Figura 64 – Ahorro de energía de luminarias Philips mini twist (*Philips México, 2014*).



Figura 65 – Luminaria GE 14W (*GE México, 2014*).

**Foco Ahorrador 5/14 W
Sustituye 60 Watts**

GE
Art. 898802

\$159.00

Figura 66 – Precio luminaria GE 14W (*Sam's Club México, 2014*).

Lamp type	Compact Fluorescent - Self-Ballasted
Bulb	T3
Base	Medium Screw (E26)
ENERGY STAR® Qualified	Yes
Bulb Finish	White
Equivalent Wattage (NOM)	60 W
Rated Life (NOM)	10000 hrs
Bulb Material	Sodalime glass
Dimming Capability	Yes
Life in Years (NOM)	9
Primary Application	Standard

Initial Lumens (NOM)	900
Mean Lumens (NOM)	900
Nominal Initial Lumens per Watt (NOM)	64
Color Temperature (NOM)	2700 K
Color Rendering Index (CRI) (NOM)	82

Figura 67 – Características generales y características lumínicas de luminarias GE 14W (GE México, 2014).

Wattage (NOM)	14.0
Voltage (NOM)	120.0
Input Voltage (NOM)	120.0 V
Maximum Overall Length (MOL) (NOM)	4.8000 in (121.9 mm)
Nominal Length (NOM)	4.8000 in (121.9 mm)
Bulb Diameter (DIA) (NOM)	0.3750 in (9.5 mm)

Figura 68 – Características eléctricas y dimensiones de luminarias GE 14W (GE México, 2014).



Figura 69 – Luminaria LICHT LIGHTNING T5 14W y T8 32W (ALCODM, 2014).

KITS DE ILUMINACION

Gabinets Ensamblados (Gabinete, Balastró, Focos, Bases y Empaque)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	P. DE LISTA
1K-KSOB317MA41U	GABINETE SOBREPONER 61x61CM 3X17W T8 UNIVERSAL MARCO ABATIBLE	\$ 1.036.98
1K-KSOB217MA41	GABINETE SOBREPONER 61x61CM 2X17W T8 120V MARCO ABATIBLE	\$ 812.79
1K-KSOB217MA41U	GABINETE SOBREPONER 61x61CM 2X17W T8 UNIVERSAL MARCO ABATIBLE	\$ 845.78
1K-KTRF314/65	GABINETE EMPOTRAR TRF 59.5X 59.5CM 3X14W T5 120V CON LOUVER	\$ 947.00
1K-KTRF328/65U	GABINETE EMPOTRAR TRF 59.5X119.5CM 3X28W T5 UNIVERSAL CON LOUVER	\$ 1.397.00
1K-KTRF354/65U	GABINETE EMPOTRAR TRF 59.5X119.5CM 3X54W T5 UNIVERSAL CON LOUVER	\$ 1.947.00

Figura 70 – Precio kit de iluminación ALCODM T5 3x14W código 1K-KTRF314/65 (ALCODM, 2014).

POTENCIA	14W
BASE	G5
TEMPERATURA DE COLOR (K)	4100K
ÍNDICE DE RENDIMIENTO COLOR (IRC)	85
FLUJO LUMINOSO A 25±1°C	1200 LM
VIDA ÚTIL PROMEDIO	24 000 Horas

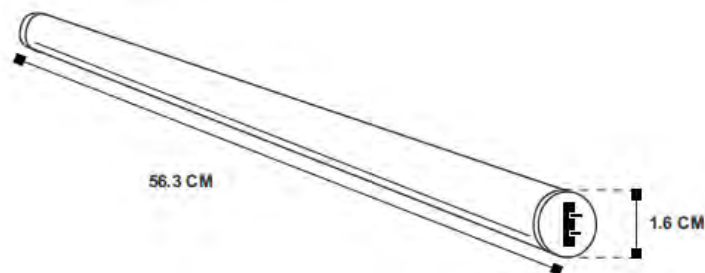


Figura 71 – Características técnicas y dimensiones de luminarias GE 14W LICHT LIGHTNING T5 14W (ALCODM, 2014).

KITS DE ILUMINACION
Gabinetes Ensamblados (Gabinete, Balastro, Focos, Bases y Empaque)

CODIGO	DESCRIPCION	P. DE LISTA
1K-KINO228AB/65U	GABINETE INDUSTRIAL NOVA ALA BLANCA 2X28W T5 UNIVERSAL	\$ 705.78
1K-KINO254LINAB/65U	GABINETE INDUSTRIAL NOVA ALA BLANCA 2X54W T5 UNIVERSAL LINEAL	\$ 892.49
1K-KINO228LINAB/65U	GABINETE INDUSTRIAL NOVA ALA BLANCA 2X28W T5 UNIVERSAL LINEAL	\$ 809.43
1K-KINO154AE/65U	GABINETE INDUSTRIAL NOVA ALA ESPECULAR 1X54W T5 UNIVERSAL	\$ 752.69
1K-KINO128AE/65U	GABINETE INDUSTRIAL NOVA ALA ESPECULAR 1X28W T5 UNIVERSAL	\$ 699.10
1K-KINO254AE/65U	GABINETE INDUSTRIAL NOVA ALA ESPECULAR 2X54W T5 UNIVERSAL	\$ 846.02
1K-KINO228AE/65U	GABINETE INDUSTRIAL NOVA ALA ESPECULAR 2X28W T5 UNIVERSAL	\$ 762.86
1K-KINO254LINA/65U	GABINETE INDUSTRIAL NOVA ALA ESPECULAR 2X54W T5 UNIVERSAL LINEAL	\$ 1,006.74
1K-KINO228LINA/65U	GABINETE INDUSTRIAL NOVA ALA ESPECULAR 2X28W T5 UNIVERSAL LINEAL	\$ 923.58
1K-KGSB232AC/41	GABINETE ENVOLVENTE SB 2X32W T8 120V C/ACRILICO 100%	\$ 719.61
1K-KGSB232AC/41U	GABINETE ENVOLVENTE SB 2X32W T8 UNIVERSAL C/ACRILICO 100%	\$ 751.32
1K-KGSB254AC/65U	GABINETE ENVOLVENTE SB 2X54W T5 UNIVERSAL C/ACRILICO 100%	\$ 941.91
1K-KGSB228AC/65U	GABINETE ENVOLVENTE SB 2X28W T5 UNIVERSAL C/ACRILICO 100%	\$ 867.06

Figura 72 – Precio kit de iluminación ALCODM T8 2x32W código 1K-KGSB232AC/41U (ALCODM, 2014).

POTENCIA	32w
BASE	G13
TEMPERATURA DE COLOR (K)	4100K
ÍNDICE DE RENDIMIENTO COLOR (IRC)	85
FLUJO LUMINOSO A 25±1°C	3290 LM
VIDA ÚTIL PROMEDIO	20 000 Horas

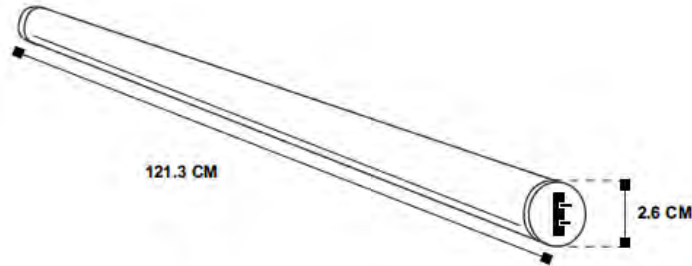
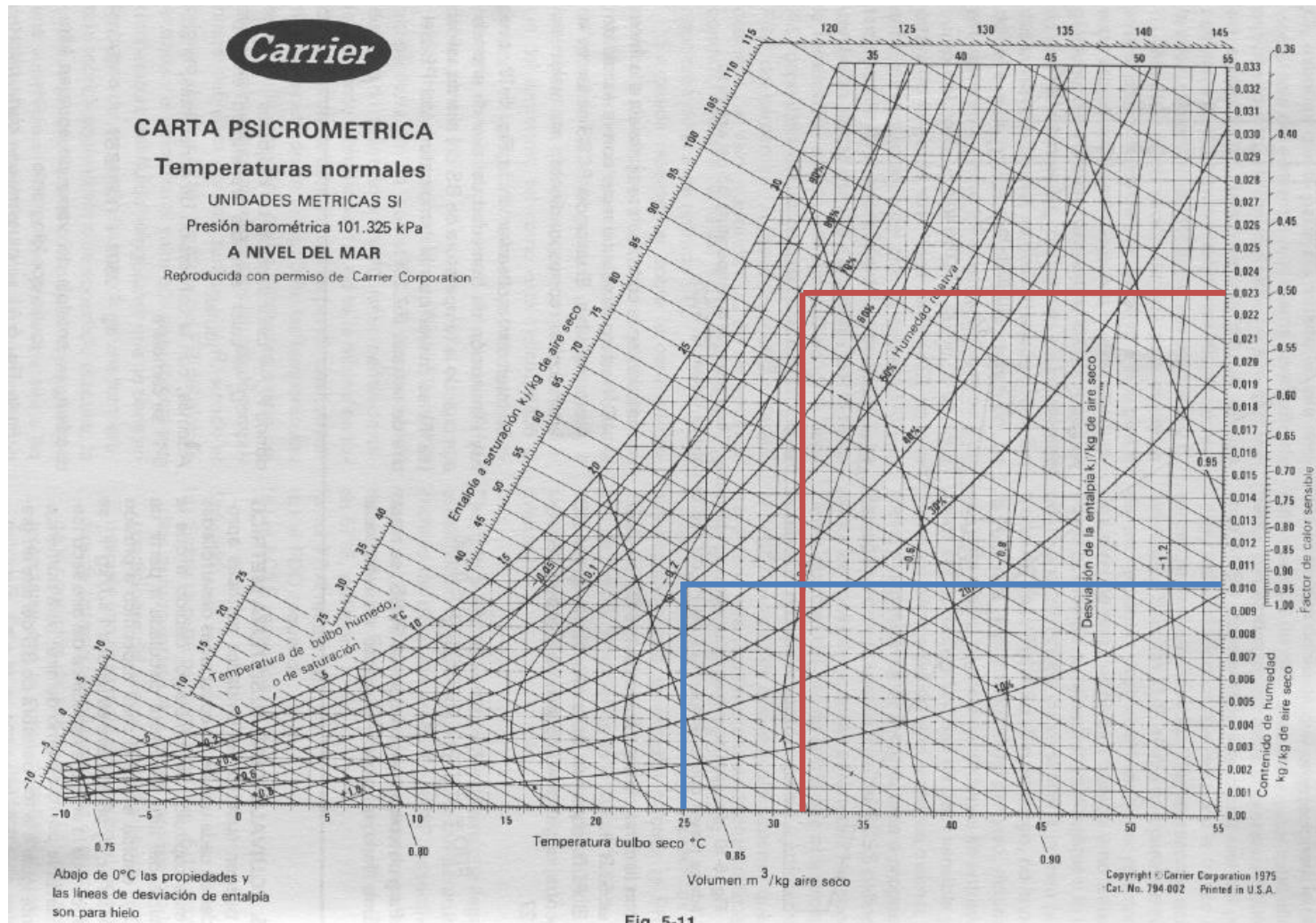


Figura 73 – Características técnicas y dimensiones de luminarias GE 14W LICHT LIGHTNING T8 32W (ALCODM, 2014).

Apéndice M – Carta Psicrométrica



Apéndice M – Datos climatológicos de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo



NORMALES CLIMATOLÓGICAS



LATITUD N 18° 29'
LONGITUD W 88° 18'
ALTITUD 9 msnm

CHETUMAL, Q. ROO.

PERIODO 1981-2000

OBSERVATORIO SINOPTICO
DEPENDENCIA: SMN-CNA

PARAMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA													
MAXIMA EXTREMA	36.6	36.0	36.2	39.0	39.6	39.5	36.0	37.0	39.7	39.7	39.2	33.0	39.7
PROMEDIO DE MAXIMA	28.9	30.0	31.0	32.3	33.2	32.6	32.5	33.1	32.9	31.9	30.5	29.4	31.5
MEDIA	24.0	25.0	26.2	27.9	28.9	28.9	28.5	28.7	28.5	27.3	25.9	24.5	27.0
PROMEDIO DE MINIMA	19.0	20.0	21.4	23.5	24.6	25.1	24.4	24.3	24.1	22.6	21.2	19.7	22.5
MINIMA EXTREMA	8.8	9.7	7.3	12.0	14.9	17.7	20.4	19.5	21.0	16.0	12.5	8.5	7.3
OSCILACION	9.9	10.0	9.7	8.7	8.6	7.5	8.1	8.8	8.8	9.3	9.3	9.8	9.0
TOTAL HORAS INSOLACION	209	165	175	183	201	165	190	182	158	186	205	211	2228
HUMEDAD													
TEMPERATURA BULBO HUMEDO	21.6	21.9	22.5	24.0	25.0	25.7	25.4	25.6	25.4	24.3	23.2	22.1	23.9
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	80	76	74	73	74	78	78	77	79	80	80	80	77
EVAPORACION	97	127	177	195	203	169	165	160	136	127	102	96	1755.5
PRECIPITACION													
TOTAL	81.3	27.8	26.3	48.2	67.4	175.3	139.7	125.7	172.1	146.6	109.7	59.6	1179.7
MAXIMA	221.9	111.4	85.2	229.5	194.8	332.2	317.9	205.0	392.7	304.7	195.4	163.0	392.7
MAXIMA EN 24 HRS.	59.3	73.5	62.2	101.9	50.3	162.9	102.2	120.4	164.3	140.3	98.4	44.6	164.3
MAXIMA EN 1 HORA	10.8	8.0	9.2	28.0	29.3	38.3	44.6	21.1	35.7	19.3	9.5	5.0	44.6
PRESION													
MEDIA EN LA ESTACION	1010.8	1009.8	1008.6	1007.2	1007.0	1006.9	1009.0	1008.2	1006.2	1007.1	1009.2	1010.3	1008.4
VIENTO MAXIMO DIARIO													
MAGNITUD MEDIA	7.9	9.2	10.5	10.5	10.0	9.4	9.0	8.7	8.0	7.2	7.3	7.3	8.7
FENOMENOS ESPECIALES													
LLUVIA APRECIABLE	9.5	5.0	3.8	4.6	7.2	14.2	13.6	12.9	14.8	14.2	12.5	9.1	121.4
DESPEJADOS	10.4	12.5	14.3	8.9	5.9	1.5	4.4	3.4	2.3	4.8	6.6	7.8	82.7
MEDIO NUBLADOS	13.1	11.3	13.0	17.5	16.4	14.5	16.6	16.8	15.3	16.1	15.1	16.9	182.7
NUBLADO/CERRADO	7.6	4.2	3.7	3.5	8.8	14.0	10.0	10.8	12.4	10.0	8.3	6.4	99.6
GRANIZO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HELADA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TORMENTA ELECTRICA	0.3	0.1	0.2	1.1	1.1	1.6	2.8	2.9	2.6	1.3	0.7	0.3	15.0
NIEBLA	2.7	1.3	0.4	0.3	0.5	0.1	0.6	1.5	1.8	2.2	3.0	2.1	16.5

UNIDADES: TEMPERATURA (°C), HUMEDAD RELATIVA (%), PRECIPITACION Y EVAPORACION (mm), PRESION (mb), VIENTO (m/s) Y FENOMENOS ESPECIALES (dias).