



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

**División de Ciencias e Ingeniería**

**DIAGNOSTICO ENERGÉTICO Y AHORRO DE ENERGÍA  
EN EL HOTEL EL DORADO.**

**TESIS RECEPCIONAL**  
Para obtener el Grado de

*Ingeniero en Sistemas de Energía*

**PRESENTA**

**LUISA CRISTINA CÁMARA DE LA CRUZ**

**DIRECTOR DE TESIS**

M.C. EMMANUEL TORRES MONTALVO

Chetumal, Quintana Roo, Marzo 2010.

# ÍNDICE

Página

RESUMEN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO I <i>Descripción del proceso para la realización del diagnóstico</i> .....	6
1.1.- Estado del equipo de aire acondicionado.....	6
1.2.- Ubicación, dimensionamiento, fugas de equipos de aire acondicionado.....	7
1.3.- Estado de las instalaciones eléctricas .....	7
1.4.- Descripción de la distribución del alumbrado.....	8
1.5.- Estado del equipo de refrigeración.....	8
1.6.- Estado del techo.....	9
1.7.- Estado de las conexiones en el murete de los interruptores principales y Secundarios.....	9
1.8.- Medidores.....	10
1.9.- Transformador.....	10
CAPÍTULO II <i>Análisis de la facturación, demanda y del sistema de alumbrado</i> .....	12
2.1.- Análisis de la facturación.....	13
2.1.1.- Conclusión del análisis de la facturación.....	14
2.2.- Análisis de la demanda.....	15
2.2.1.- Gráficas obtenidas con el FLUKE 435.....	16
2.2.2.- Conclusión del análisis de la demanda.....	18
2.3.- Planos del inmueble.....	19
2.4.- Sistema de alumbrado.....	21
CAPÍTULO III <i>Dimensionamiento de aires acondicionados</i> .....	22
3.1.- Condiciones generales.....	23
3.1.1.- Referencias del lugar.....	23
3.1.2.- Condiciones interiores.....	24
3.1.3.- Condiciones exteriores.....	24
3.1.4.- Tiempo solar.....	24
3.1.5.- Orientación.....	24
3.2.- Consideraciones de diseño del edificio.....	25
3.3.- Ganancia de calor por conducción a través de techos, paredes y vidrios.....	26
3.3.1.- Deducción del coeficiente global de transferencia de calor K <sub>j</sub> .....	27
3.3.2.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por conducción a través de techos para la habitación 1.....	28

---

3.3.3.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por conducción a través de paredes o muros orientación Norte para la habitación 1.....	30
3.3.4.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por conducción a través de paredes o muros orientación Este para la habitación 1.....	31
3.3.5.- Observación de los cálculos de conducción por paredes o muros orientación Sur y Oeste.....	32
3.3.6.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por conducción a través de vidrios o ventanas orientación Este para la habitación 1.....	33
3.3.7.- Observación de los cálculos de conducción por vidrios o ventanas orientación Norte, Sur y Oeste.....	34
3.4.- Ganancia de calor por radiación solar a través de vidrios o ventanas.....	34
3.4.1.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por radiación a través de vidrios o ventanas orientación Este para la habitación 1.....	35
3.4.2.- Observación de los cálculos de radiación en ventanas orientación Norte, Sur y Oeste.....	36
3.5.- Ganancia de calor por alumbrado .....	37
3.5.1.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por alumbrado para la habitación 1.....	37
3.6.- Ganancia de calor por personas.....	38
3.6.1.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por personas para la habitación 1.....	39
3.7.- Ganancia de calor por infiltración del aire exterior a través de aberturas.....	40
3.7.1.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por infiltración para la habitación 1.....	42
3.8.- Resumen de los cálculos de las componentes que generan ganancia de calor en la habitación 1.....	44
3.9.- Determinación de la capacidad de los sistemas de aire acondicionado.....	46
3.9.1.- Metodología para la determinación de la capacidad del equipo de aire acondicionado para la habitación 1.....	47
3.10.- Comparación de demanda de los equipos de aire acondicionado instalados y propuestos.....	48
<b>CAPÍTULO IV <i>Evaluación técnica y económica de las medidas de ahorro</i>.....</b>	<b>49</b>
4.1.- Comparación de demandas de las cargas instaladas y propuestas .....	50
4.2.- Cálculo para determinar la capacidad del transformador.....	51
4.3.- Comparación del consumo de las cargas instaladas y propuestas.....	52
4.3.1.- Conclusión de las Tablas resumen 12 y 13.....	53

---

4.4.- Determinación del presupuesto.....	55
4.5.- Tiempo de recuperación de la inversión.....	56
<b>CAPÍTULO V Conclusiones.....</b>	<b>57</b>
5.1.- Facturación.....	57
5.2.- Sistema de alumbrado.....	58
5.3.- Sistemas de aire acondicionado.....	59
5.4.- Transformador o subestación.....	60
5.5.- Aislante térmico.....	60
5.6.- Presupuesto.....	60
5.7.- Periodo de recuperación de la inversión.....	60
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.- Fotografía del estado de los equipos de aire acondicionado.....	6
Figura 2.- Fotografía de la ubicación de los de equipos de aire acondicionado y fugas.....	7
Figura 3.- Fotografía del estado de las instalaciones eléctricas.....	7
Figura 4.- Fotografía de la distribución y selección de alumbrado.....	8
Figura 5.- Fotografía del estado de equipos de los equipos de refrigeración.....	8
Figura 6.- Fotografía del estado de equipos de los equipos de refrigeración.....	9
Figura 7.- Fotografía del estado de las conexiones en el murete de los interruptores.....	9
Figura 8.- Fotografía de los medidores.....	10
Figura 9.- Fotografía del transformador.....	10
Figura 10.- Imagen de la factura del mes de mayo.....	12
Figura 11.- Gráfica de la recopilación de las facturas.....	13
Figura 12.- Voltajes monitoreados con el FLUKE 435.....	16
Figura 13.- Corrientes monitoreados con el FLUKE 435.....	16
Figura 14.- Potencias activas monitoreadas con el FLUKE 435.....	17
Figura 15.- Factores de potencia monitoreados con el FLUKE 435.....	17
Figura 16.- Planos del hotel (planta baja).....	19
Figura 17.- Planos del hotel (planta alta).....	20
Figura 18.- Diagrama de ganancia de calor.....	23
Figura 19.- Representación de las orientaciones.....	25

---

Figura 20.- Porcentaje de ganancia de calor en las diferentes componentes, para la habitación 1.....	45
Figura 21.- Porcentaje de las componentes que generan de ganancia de calor en todo el hotel.....	46
Figura 22.- Gráfica de los datos de facturación.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1.- Datos obtenidos de la facturación eléctrica.....	13
Tabla 2.- Distribución y comparación de las demandas de alumbrado instalado y propuesto.....	21
Tabla 3.- Materiales de muro.....	25
Tabla 4.- Materiales de techo.....	25
Tabla 5.- Materiales de entre piso.....	26
Tabla 6.- Materiales de ventana tipo remetida.....	26
Tabla 7.- Condiciones del lugar (temperatura y humedad relativa).....	42
Tabla 8.- Datos obtenidos de la carta psicométrica.....	42
Tabla 9.- Resumen de la habitación 1.....	44
Tabla 10.- Comparación de los equipos de aire acondicionado instalados y propuestos.....	48
Tabla 11.- Comparación de Kw de demanda instalada y propuesta.....	50
Tabla 12.- Resumen del consumo de energía de cargas instaladas y propuestas para las diferentes áreas del hotel.....	52
Tabla 13.- Resumen del consumo de energía de cargas instaladas y propuestas de acuerdo a la demanda de ocupación del hotel.....	53
Tabla 14.- Desglose del presupuesto (propuesta 3).....	55
Tabla 15.- Tiempo de recuperación de la inversión.....	56
Tabla 16.- Datos obtenidos de la facturación.....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo A.- Formatos FIDE del levantamiento de las cargas del inmueble.....	63
Anexo B.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por techumbre (planta baja).....	72
Anexo B.1.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por techumbre (planta alta)..	72
Anexo C.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por muro Norte.....	73
Anexo C.1.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por muro Sur.....	74
Anexo C.2.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por muro Este.....	74

Anexo C.3.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por muro Oeste.....	75
Anexo D.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por ventana Norte.....	75
Anexo D.1.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por ventana Sur.....	75
Anexo D.2.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por ventana Este.....	76
Anexo E.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por personas.....	76
Anexo F.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por alumbrado.....	77
Anexo G.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por infiltración.....	78
Anexo H.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por radiación solar a través de vidrios o ventanas.....	79
Anexo I.- Resumen de las componentes que generan ganancia de calor en el hotel.....	80
Anexo J.- Determinación de las capacidades de los sistemas de aires acondicionados.....	81
Anexo K.- Demanda de las cargas instaladas.....	82
Anexo K.1.- Demanda de las cargas propuestas.....	83
Anexo L.- Consumo al día con cargas instaladas para todo el hotel.....	85
Anexo L.1.- Consumo al día con cargas propuestas para todo el hotel.....	86
Anexo L.2.- Consumo de energía de habitaciones con mayor o capacidad (cargas instaladas).....	88
Anexo L.3.- Consumo de energía de habitaciones con mayor o capacidad (cargas propuestas).....	89
Anexo M.- Cotización de los equipos de aire acondicionado.....	90
Anexo N.- Cotización de los equipos de refrigeración.....	91

---

## RESUMEN

En este trabajo de tesis se presenta un diagnóstico energético que permite identificar las estrategias para ahorrar y hacer un uso eficiente de la energía. Esta tesis se llevó a cabo tomando como objeto de estudio el hotel El Dorado ubicado en la calle 5 de mayo colonia centro de la ciudad de Chetumal del estado de Quintana Roo.

Por lo que se realizaron recorridos en el hotel y se observó de entrada la ineficiencia en el uso de los sistemas de aire acondicionado, alumbrado y refrigeración debido a fugas, equipo de refrigeración antiguo, sobredimensionamiento en los equipos de aire acondicionado (A.A) y uso de alumbrado inadecuado, etc. Dichas observaciones vislumbraron una gran oportunidad de ahorro.

Como parte fundamental se logró detectar los equipos que operan de manera ineficiente con el objetivo de proponer alternativas que reduzcan el consumo de energía mediante el cambio de los equipos existentes por equipos de alta eficiencia y de capacidades adecuadas para cada área del inmueble.

De acuerdo a las características del inmueble como: temperatura y humedad relativa de la región, elementos estructurales o de construcción y su orientación, se realizaron los cálculos de dimensionamiento del sistema de A.A, y con base a estos resultados se proponen las capacidades de estos equipos de A.A, adecuados para las diferentes áreas del hotel.

Se comparó la demanda total existente con la demanda de los equipos propuestos verificando la posibilidad de ahorrar energía. En base a esta información se calculó la potencia del transformador que debe emplearse para suministrar la potencia que demanda el inmueble.

Dentro de la etapa final se estimó el ahorro de la facturación eléctrica empleando los equipos recomendados y se concluye la propuesta calculando el tiempo de recuperación simple de la inversión.

## ANTECEDENTES

Hoy en día, las denominadas energías no renovables o convencionales como el carbón y el petróleo siguen figurando como las principales fuentes de energía, siendo los sectores residenciales y sectores productivos los principales consumidores, mismos que reflejan un gran impacto energético. Debido a la gran demanda de energía en el país, es difícil prescindir de estos tipos de centrales de generación de energía eléctrica cuya operación representa costos elevados para la economía de México. Bajo este escenario, es necesario centrar esfuerzos para reforzar las acciones de ahorro y uso racional de dichos recursos energéticos.

El uso irracional de la energía conlleva a altos costos de operación con lo cual surge la necesidad de implementar un programa de ahorro de energía cuyo objetivo sea emplear de manera eficiente la energía y reducir los costos de operación.

Actualmente la energía eléctrica a nivel global se encuentra en un escenario crítico. Este tipo de energía ha sido la clave en el progreso de la civilización humana. Desde la revolución industrial, hace aproximadamente dos siglos, el consumo de la energía eléctrica se ha incrementado de forma rápida para mejorar los estándares de vida, particularmente en las naciones industrializadas del mundo. La dependencia hacia los combustibles fósiles y nucleares para generar energía eléctrica está provocando contaminación ambiental y problemas de seguridad debido a su limitada disponibilidad, los cuales se han convertido en aspectos importantes a prever.

En México el Programa Sectorial de Energía 2007-2012 contiene puntualmente como uno de sus cuatro objetivos “promover intensamente la eficiencia energética a fin de disminuir el impacto ambiental que se deriva por la utilización de combustibles fósiles”.

A fin de alcanzar estándares internacionales, así como impulsar decididamente el uso eficiente de la energía en 1990, por iniciativa de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y con el apoyo de Luz y Fuerza del Centro (LyF), del Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM) y de los principales organismos empresariales del país, se constituye el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), como una institución no lucrativa, con la finalidad de impulsar el ahorro de la energía eléctrica en la industria, el comercio, los servicios, el campo y los municipios, así como en el sector doméstico nacional, al tiempo que promueve el desarrollo de una cultura del uso racional de este fundamental energético.

A nivel estatal en febrero del 2009, se crea la Comisión de Energía del Estado de Quintan Roo (CENER) con el fin de dar solución a los problemas de energía del estado. Uno de los problemas con mayor demanda en la



localidad son los altos costos por consumo de energía eléctrica. Bajo este escenario, la CENER solicita a la Universidad de Quintana Roo (UQROO) apoyo para realizar diagnósticos energéticos y propuestas de ahorro de energía para los sectores, municipal, estatal, comercial y de servicios. Una vez identificados los primeros usuarios la CENER y la UQROO acuerdan comenzar con un proyecto en el sector de servicios. Este primer trabajo se realiza en el Hotel El Dorado, el cual presenta altos costos por consumo de energía eléctrica. Siendo éste uno de los primeros hoteles en la ciudad de Chetumal con aproximadamente 30 años de operación y 27 habitaciones, se vislumbra como una gran oportunidad para establecer estrategias de ahorro de energía que se traduzcan en una disminución en el costo de la facturación eléctrica.

Este trabajo de tesis responde a una necesidad real y actual de la sociedad, en el ámbito de la eficiencia energética y propicia la vinculación entre la Universidad de Quintana Roo (UQROO), la Comisión Estatal de Energía (CENER) y el sector privado.

Se pretende emprender acciones para hacer un uso eficiente de la energía así como contribuir a mitigar el impacto ambiental negativo asociado a un uso irracional de la energía.

Se emplearan los conocimientos, habilidades y capacidades de los estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Energía en la solución de problemas reales que demanda la sociedad.

El diagnóstico energético consiste en aplicar un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con la que es utilizada la energía, es decir el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, para así, establecer el punto de partida para la implementación y control de un Programa de Ahorro de Energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada la misma.

En el diagnóstico se realiza un análisis histórico del consumo de energía y se relaciona con los niveles de producción y al análisis de las condiciones de diseño y operación de los equipos, a las características de los procesos y tecnologías utilizadas.

Los objetivos del diagnóstico energético son establecer metas de ahorro de energía, diseñar y aplicar un sistema integral para dicho ahorro de energía, evaluar técnica y económicamente las medidas de conservación y ahorro de energía, y disminuir el consumo de energía sin afectar los niveles de producción. Con base a esta definición, se plantean los siguientes objetivos para la realización de este trabajo de tesis.

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

Desarrollar una propuesta técnico-económica para el ahorro de energía en el Hotel “El Dorado” a fin de reducir sus costos de facturación eléctrica, estimando el tiempo de recuperación de la inversión.

### Objetivos particulares:

1. Analizar la información general del inmueble.
2. Detectar oportunidades de ahorro de energía mediante la facturación eléctrica.
3. Ubicar equipos antiguos o ineficientes (iluminación, aire acondicionado, refrigeración) que debe ser sustituidos por equipos de alta eficiencia y de capacidad adecuada.
4. Determinar oportunidades de ahorro de energía mediante la optimización del factor de potencia.
5. Elaborar y analizar propuestas de ahorro de energía que sean técnica y económicamente viables.
6. Entregar al usuario la propuesta de ahorro de energía para solicitar financiamiento FIDE.

Existen diferentes factores para clasificar un diagnóstico energético como los son: de acuerdo a las necesidades y/o posibilidades del usuario, profundidad ó tamaño, costo y precisión. Generalmente se clasifican en tres categorías descritas a continuación.

#### a) *Diagnóstico de primer grado.*

Mediante este diagnóstico se detectan medidas de ahorro cuya aplicación es inmediata y con inversiones marginales. Consiste en la inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, el análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se llevan en cada instalación; así como el análisis de la información estadística de consumos y gastos por concepto de energía eléctrica y combustibles.

Al realizar estos diagnósticos se deben considerar los detalles detectados visualmente y que se consideren como desperdicios de energía, como falta de aislamiento; asimismo, se deben detectar y cuantificar los costos y posibles ahorros producto de la administración de la demanda de energía eléctrica y de la corrección del factor de potencia. Cabe recalcar que en este tipo de estudio no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso de la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata.

#### b) *Diagnóstico de segundo grado.*

Este diagnóstico comprende la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos intensivos en su uso, como los motores eléctricos y los equipos que estos accionan, como los de compresión y bombeo, los que

integran el área de servicios auxiliares, entre otros. Este tipo de diagnóstico requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos, lo que incluye la información sobre volúmenes manejados o procesados y los consumos específicos de energía. La información obtenida directamente en la operación se compara con la de diseño, para obtener las variaciones de eficiencia.

El primer paso es detectar las desviaciones entre las condiciones de operación con las del diseño, para así jerarquizar el orden de análisis de cada equipo o proceso. El paso siguiente es conocer el flujo de energía, servicio o producto perdido por el equipo en estudio. Los balances de materia y energía, los diagramas unifilares actualizados, así como la disposición de los índices energéticos reales y de diseño complementan el diagnóstico, ya que permiten establecer claramente la distribución de la energía en las instalaciones, las pérdidas y desperdicios globales, y así determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía. Finalmente, se deben evaluar, desde el punto de vista económico, las medidas que se recomienden llevar a cabo, tomando en consideración que éstas se deben pagar con los ahorros que se alcancen y que en ningún momento deben poner en riesgo la liquidez de la empresa.

*c) Diagnóstico de tercer grado.*

Consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de equipos especializados de medición y control. Debe realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por el personal de ingeniería. En estos diagnósticos es común del uso de técnicas de simulación de procesos, con la finalidad de estudiar diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos. Además, facilitan la evaluación de los efectos de cambios de condiciones de operación y de modificaciones del consumo específico de energía, por lo que se requiere información completa de los flujos de materiales, combustibles, energía eléctrica, así como de las variables de presión, temperatura y las propiedades de las diferentes sustancias o corrientes.

Las recomendaciones derivadas de estos diagnósticos generalmente son de aplicación a mediano plazo e implican modificaciones a los equipos y procesos, e incluso de las tecnologías utilizadas. Debido a que las inversiones de estos diagnósticos son altas, la evaluación económica debe ser rigurosa en cuanto al período de recuperación de la inversión.

Considerando estas categorías y teniendo en cuenta las características del inmueble se plantea que el diagnóstico de segundo grado es el que cuenta con las cualidades requeridas para el desarrollo de este trabajo de tesis.

# -Capítulo I-

## Descripción del proceso para la realización del diagnóstico

En este capítulo se detallan los procesos de realización e implementación del diagnóstico y se describe el proceso de recopilación de información del inmueble.

Como punto de partida para este trabajo, se inició con un breve recorrido en las instalaciones del inmueble el día 22 de marzo de 2009 para identificar las oportunidades de ahorro energético y de reducción en la facturación eléctrica., así como también las condiciones de los equipos e instalaciones del local.

Uno de los primeros inconvenientes encontrados fue que el propietario no cuenta con ningún tipo de planos, por lo cual una de las primeras tareas fue realizar el censo de las cargas y el levantamiento del inmueble a fin de emplear esta información en los cálculos de las capacidades de los aires acondicionados, instalaciones eléctricas, etc.

Durante el recorrido se observó el mal estado de los equipos, lo cual refleja que no se cuenta con un programa de mantenimiento, que garantice el funcionamiento adecuado de los equipos. A continuación se enlistan las condiciones observadas durante el recorrido.

### 1.1.-Equipos de aire acondicionado deteriorado y sin mantenimiento, ver Figura 1.



a)



b)

**Figura 1.-** Fotografías: a) Equipos dañados y sin mantenimiento; filtro saturado de polvo, perillas de control de temperatura y ventilas rotas. b) Equipos antiguos (de baja eficiencia).

**1.2.- Ubicación inadecuada, aires acondicionados mal dimensionados, fugas por ventanas dañadas, rendijas y ventilas no canceladas como se muestra en la Figura 2.**



a)



b)



c)

**Figura 2-** Fotografías: a) Equipos ubicados en ventanas dañadas, con fuga de aire por rendijas y por falta de sellos en el contorno del equipo b) Ventiladores en las habitaciones a climatizar provocan fugas de aire debido a que no se encuentran sellados o cancelados. c) Equipos aparentemente sobredimensionados.

**1.3.- Instalaciones eléctricas en malas condiciones debido a que no se cuenta con un programa de mantenimiento, ver Figura 3.**



a)



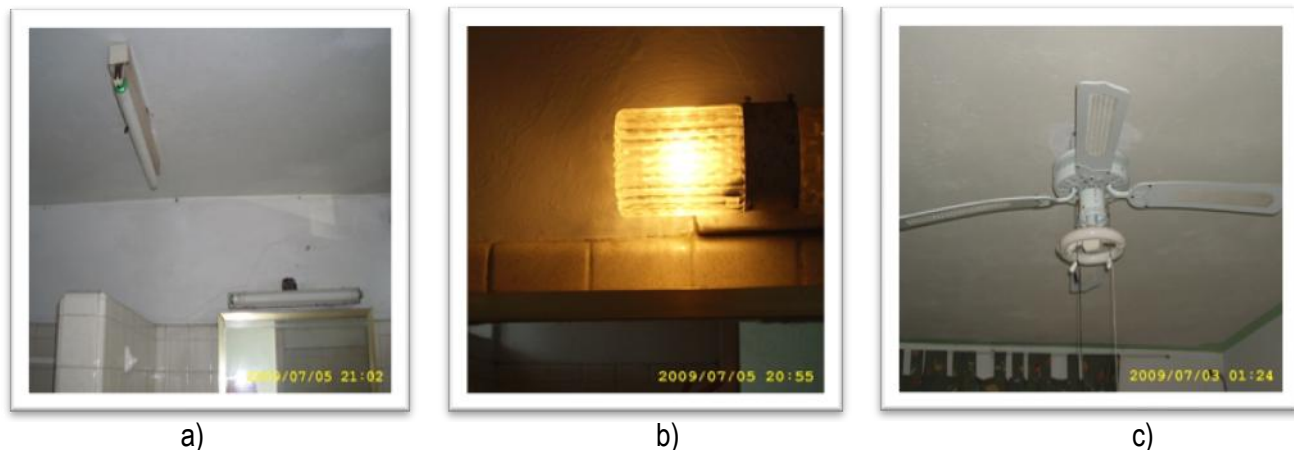
b)



c)

**Figura 3.-** Fotografías: a) Registro expuesto con cableado expuesto. b) Porta lámparas dañadas. c) Lámparas tubulares que parpadean y porta lámparas oxidados.

#### 1.4.- Inadecuada distribución y selección de iluminación, como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4.-** Fotografías: a) Alumbrado excesivo en las diferentes áreas. b) Uso de lámparas incandescentes. c) Ventiladores e iluminación no cuentan con control de encendido independiente.

#### 1.5.- Modelos antiguos de congelador y enfriadores instalados, ver Figura 5.



**Figura 5.-** Fotografías: a) Enfriador de refrescos (izquierda) y enfriador de cervezas (derecha). b) Congelador de hielo.

Los enfriadores y congeladores que se muestran son modelos reciclados y antiguos de las empresas que comercializan los productos de hielo, refrescos y cervezas mismos que tienen baja eficiencia y mayor consumo de energía, estos se encuentran en estado de corrosión, con el engomado de las puertas dañado lo que genera fugas de aire.

1.6.- El techo no cuenta con aislante térmico e impermeabilizante, ver Figura 6.



Figura 6.- Fotografía del Techo del hotel

1.7.- El murete de los interruptores principales y derivados ubicados en el techo del hotel, se encuentran sin mantenimiento y con elementos de conexión antiguos y sulfatados, ver Figura 7.



a)



b)



c)

Figura 7.- Fotografías: a) Filtración de agua en el interior del murete de los interruptores. b) Fusibles antiguos y gabinete picado. c) Tuberías dañadas.

**1.8.- El hotel cuenta con 2 medidores el de la izquierda (dañado) toma lecturas de KW-h no tiene una manecilla. El medidor de la derecha toma lecturas de los KVAR-h, ver Figura 8.**



**Figura 8.-** Fotografía de los medidores.

Al inspeccionar el murete del medidor se observó que uno de los dos medidores se encontraba dañado (le faltaba una de las cinco manecillas) por lo cual no se podía precisar el método de toma de lecturas y facturación de CFE, debido a esto, se levantó un reporte para solicitar el cambio del medidor actual por uno digital, cabe mencionar que al solicitar información en el modulo de oficinas de CFE para analizar la facturación se nos informó que el cobro se realiza de manera estimada y que a partir del cambio de medidor procederá la forma de cobro normal es decir con base a lecturas reales del medidor.

**1.9.-Transformador antiguo, dado que su periodo de uso es de aproximadamente 30 años, el cual supera los 20 años en promedio de vida útil, ver Figura 9.**



**Figura 9.-** Fotografía: Transformador sin placa de datos visible.

El transformador no cuenta con datos de placa por lo cual que no se conoce su potencia, sin embargo en base a las características del equipo (Tamaño, tipo de conductores y modelo) se estima que la capacidad es de 150 KVA, cabe mencionar que no cuenta con mantenimiento.



Derivado del recorrido se encontraron posibilidades de ahorro de energía en diferentes áreas por lo que se dispuso a realizar un plan de actividades para llevar a cabo el diagnóstico, las actividades son las siguientes:

Actividad 1.- Análisis de la facturación de electricidad

Actividad 2.- Análisis del Consumo y la Demanda

Actividad 3.- Análisis del Sistema de Iluminación

Actividad 4.- Análisis del Sistema de Aire Acondicionado

Actividad 5.- Análisis del Sistema de Refrigeración

Actividad 6.- Análisis Técnico Económico y Resumen de las Oportunidades de Ahorro

Al finalizar el recorrido se solicitó a la propietaria del hotel proporcionara la facturas de energía eléctrica de al menos un año para realizar el análisis de facturación conforme a la actividad 1.

En días posteriores al recorrido se llevó a cabo el censo de las cargas (Iluminación, aires acondicionados, etc.) para lo cual se emplearon formatos proporcionados por el FIDE para precisar las condiciones de los equipos e instalaciones eléctricas.

Como parte de la actividad 2 se instaló el equipo de medición FLUKE 435 en el mes de julio de 2009, esto por ser temporada vacacional se estimó que se tendría mayor demanda de ocupación, por lo tanto se obtendrían mediciones del consumo máximo de energía.

## -Capítulo II-

### Análisis de la facturación, demanda y del sistema de alumbrado.

En este capítulo se muestra el análisis de la información recabada de las facturas de electricidad, datos de las mediciones realizadas con el FLUKE 435 y el censo de cargas de iluminación, con el fin de determinar las oportunidades de ahorro de energía.

Las áreas en las que se dividió el hotel para su análisis son: habitaciones (Hab), bar, oficina, recepción, pasillos y estacionamiento. La tarifa de servicio contratada es O-M, tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor de 100 KW.

En la Figura 10 se muestra el recibo correspondiente al mes de mayo así como el monto de pago de \$10,096.00 y desglose de cobro, factor de potencia, cargo por demanda, etc.

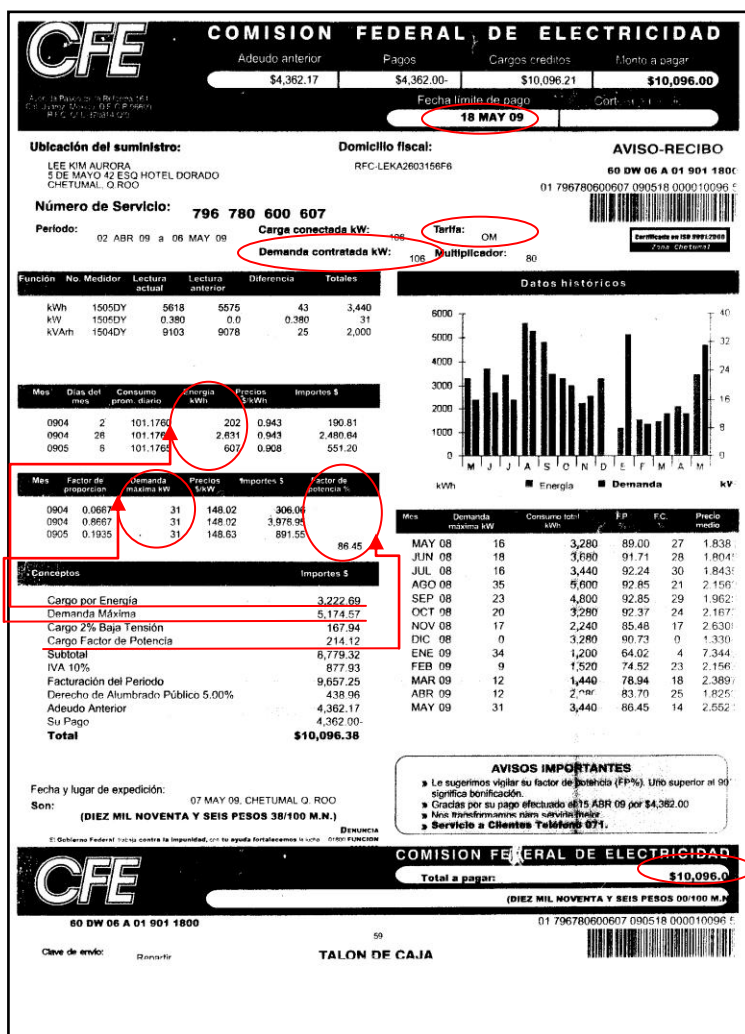


Figura 10.- En esta imagen se muestra la información de una factura del mes de mayo.

## 2.1 ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN

El análisis de la facturación comprendida entre los meses de noviembre de 2008 a agosto de 2009, se realizaron con datos estimados por la CFE, los meses de septiembre, octubre y noviembre se analizaran más adelante debido a que a partir del mes de septiembre se instalaron los medidores de CFE y se implementaron medidas de ahorro derivadas del trabajo de diagnóstico realizado.

De acuerdo a los datos obtenidos de las facturas (Tabla 1) se determinó que la demanda máxima del hotel es de 35 KW. Con esta información es posible precisar que para satisfacer esta demanda se necesita un transformador comercial de 40 KVA.

Tabla 1.- Datos obtenidos de la facturación eléctrica.

Mes	Año	Demanda KW	Consumo KW-h	FP (%) Factor de potencia	FC (%) Factor de carga	Facturación (\$)
Nov-08	2008	17	2240	85,48	17	6776,00
Dic-08	2008	0	3280	90,73	0	5018,83
Ene-09	2009	34	1200	64,02	4	10136,29
Feb-09	2009	9	1520	47,52	23	3710,43
Mar-09	2009	12	1440	78,94	18	3957,72
Abr-09	2009	12	2080	83,7	25	4362,17
May-09	2009	31	3440	86,45	14	10096,38
Jun-09	2009	25	3040	89,44	18	7201,34
Jul-09	2009	24	3760	92,71	20	8342,93
Ago-09	2009	35	4880	90,88	20	10737

A fin de analizar mejor el comportamiento de los conceptos que intervienen en la facturación, se grafican los datos de la Tabla 1, el comportamiento de los datos analizados se pueden observar en la Figura 11.

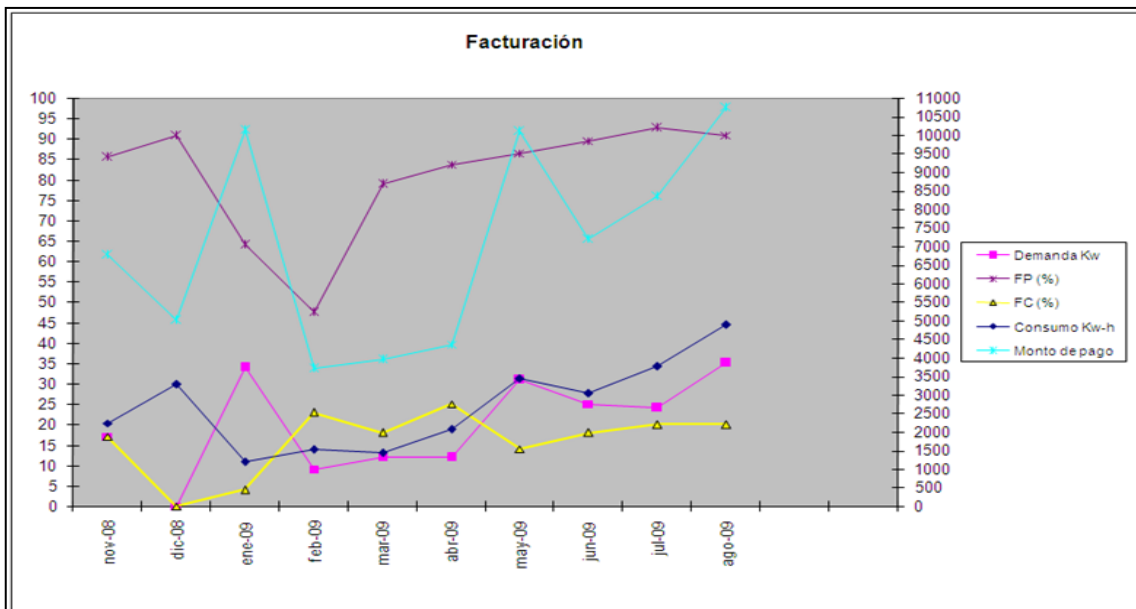


Figura 11.- Gráfica de recopilación de facturas

Al analizar la demanda y consumo en la Figura 11 se observa que su comportamiento es muy variable, teniendo en cuenta que es información estimada por la CFE, se puede considerar esto, como consecuencia de esta discordancia en los datos, algo importante que hay que resaltar de esta información es que en el mes de diciembre de 2008 no existe demanda y aún así se tiene un consumo y monto de pago considerables, con lo cual se concluye que las estimaciones realizadas son confusas.

En 7 meses de los 10 analizados existe un bajo factor de potencia (FP), esto genera un cargo por bajo factor de potencia debido a que el porcentaje de este es inferior al 90% establecido como valor mínimo aceptable por la CFE, además se puede observar una tendencia a disminuir en los próximos meses.

El factor de carga (FC) proporciona información acerca de la manera en que se hace uso de la energía ya que entre más bajo sea el porcentaje del factor quiere decir que se emplea de peor manera la energía.

En un hotel es difícil tener el control de la demanda, esto hace que el factor de carga oscile en valores inferiores al 100%, en este caso de acuerdo con la Tabla 1 se tiene un promedio de factor de carga de 16%.

### **2.1.1 Conclusión del análisis de facturación:**

El análisis de la facturación es complicado debido a que la información es en su mayor parte estimada con lo cual, pueden observarse incoherencias en algunos datos y la confiabilidad de estos es realmente dudosa.

El consumo, la demanda y monto de pago tienen tendencia a aumentar, el factor de potencia y el factor de carga tienden a disminuir esto pronostica en los meses posteriores al mes de agosto de 2009 un aumento en monto de pago.

Con base al análisis de la información graficada, los conceptos en los que se vislumbra la oportunidad de ahorro de energía son: el factor de potencia (FP), Demanda y consumo.

## 2.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Cuando se lleva a cabo un diagnóstico energético es necesario realizar mediciones para dar seguimiento al flujo y distribución de energía en su proceso de utilización, dichas mediciones deberán ser confiables y precisas ya que estas dan la pauta a recomendaciones que favorezcan al ahorro de energía que plantea el diagnóstico.

Cabe recalcar que antes de realizar las mediciones se deberá tener conocimiento de que tipo de cargas se monitorearán, y con base a esto seleccionar el equipo con las características adecuadas para realizar la medición.

Es necesario conocer las características del suministro de energía en la instalación, para así ajustar el equipo de medición; es necesario también, conocer las condiciones de operación de las cargas, ya que eso permite establecer cuando y como es más pertinente realizar la medición.

Por último es de suma importancia conocer la distribución de las cargas para ubicar las áreas energéticamente importantes ya que es ahí donde hay más posibilidades de ahorro.

El día 10 de julio de 2009 a las 2:10 pm, se instaló el equipo analizador de calidad de la energía marca FLUKE 435 en el murete de interruptores principal y derivados localizado en el techo del hotel, el equipo se retiró el día 11 de julio de 2009 a las 3:21 pm con un total de 18796 mediciones.

El problema principal que dificulta realizar un análisis más preciso del consumo en el hotel es la falta de planos eléctricos que proporcionen la distribución de las cargas por líneas o fases, debido a esto se realizaron durante el periodo de medición 2 recorridos para identificar los equipos instalados durante el periodo de medición, en el horario de las 4:50 pm y 8:30 pm para interpretar de manera correcta los datos obtenidos en las mediciones.

Al analizar los datos obtenidos con el equipo de medición se determinó que a pesar de tener un bajo porcentaje de ocupación existe una demanda o consumo de energía considerable, contrario a la idea de la propietaria quien manifestaba que “no consumía mucha energía”.

De acuerdo con la información obtenida de las mediciones y los recorridos realizados durante el periodo de medición, se estableció que los equipos de aire acondicionado son las principales cargas que consumen energía, seguidamente del alumbrado y demás cargas.

### 2.2.1.- Gráficas obtenidas con el Fluke 435.

Puede observarse en la Figura 12, que la variación del voltaje se encuentra en un rango aceptable con un valor inferior al  $\pm 10\%$ , con lo cual no genera daños en los equipos, es decir que dificulte su funcionamiento.

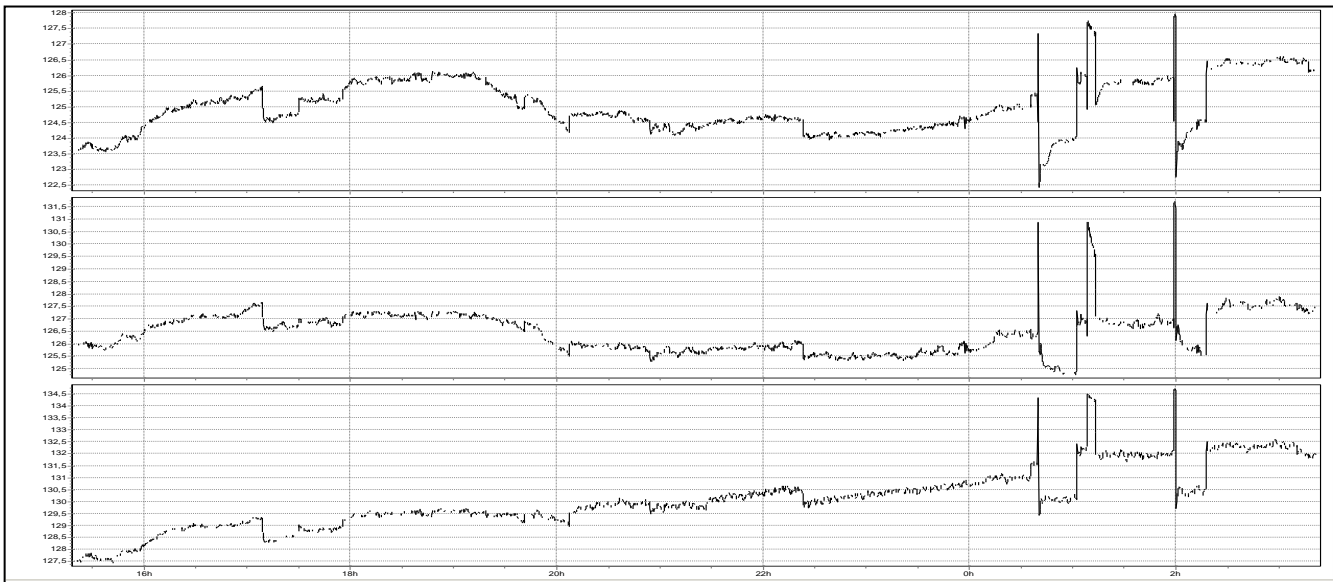


Figura 12.- Voltajes monitoreados con el FLUKE 435.

En la Figura 13, se observa que existe un desbalance de fases entre la línea 1 (L1) y las dos líneas restantes (L2 y L3), además se puede concluir que el comportamiento de la corriente corresponde a los equipos encontrados en el inmueble.

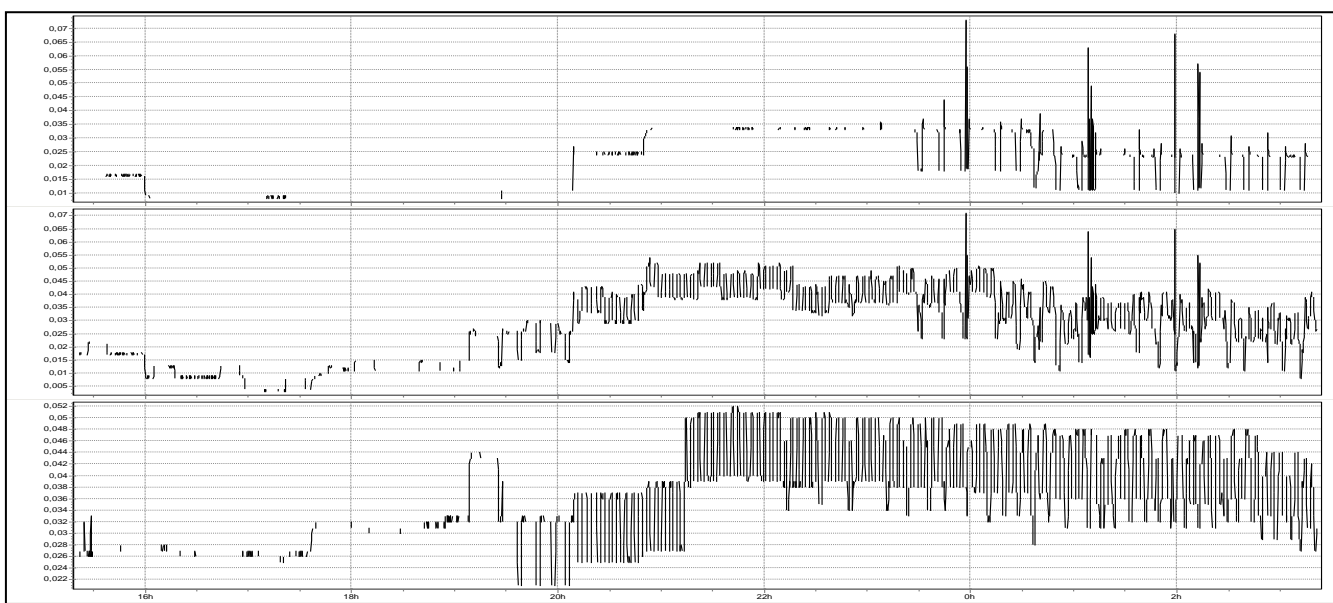


Figura 13.- Corrientes monitoreadas con el FLUKE 435.

Existe una variación en la demanda de potencia activa entre las líneas mismas que concuerdan con las corrientes monitoreadas de la figura anterior como se muestra en la Figura 14.

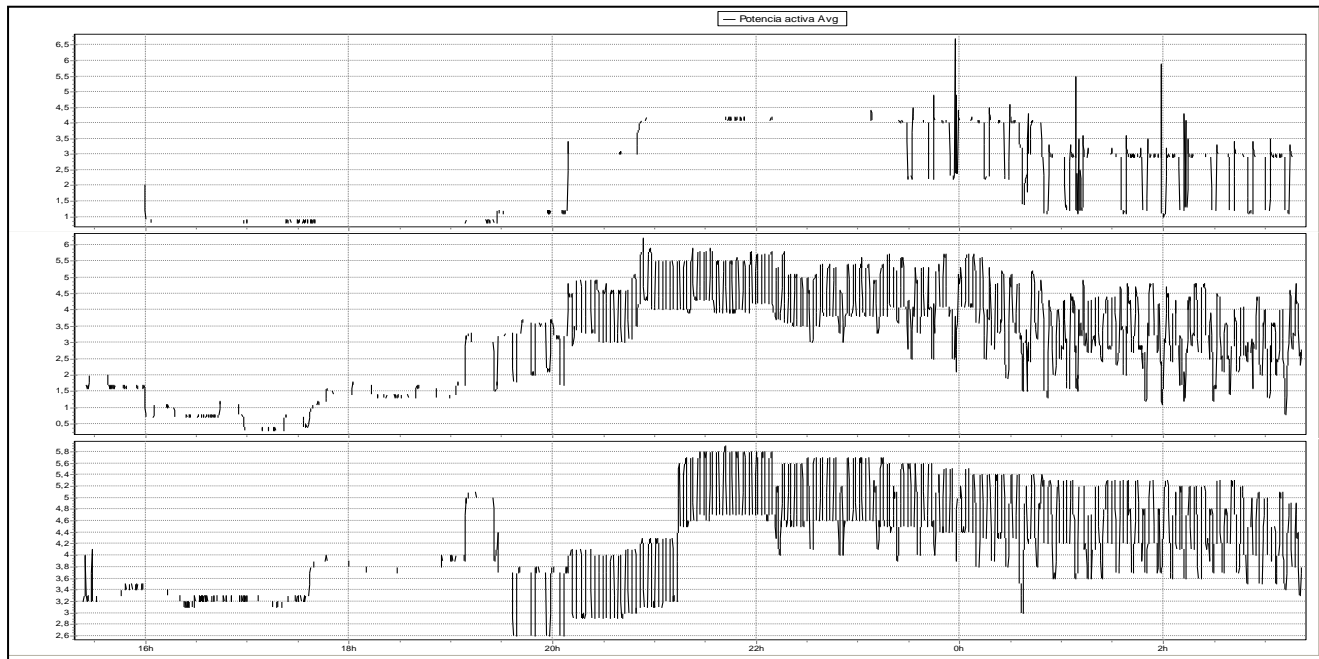


Figura 14.- Potencia activa monitoreada con el FLUKE 435

Se puede observar en la Figura 15 que el factor de potencia total en las mediciones del 10 de julio se encuentran por debajo de 90% con lo cual se genera recargo por bajo factor de potencia, por lo que se vislumbra la posibilidad de instalar un banco de capacitores.

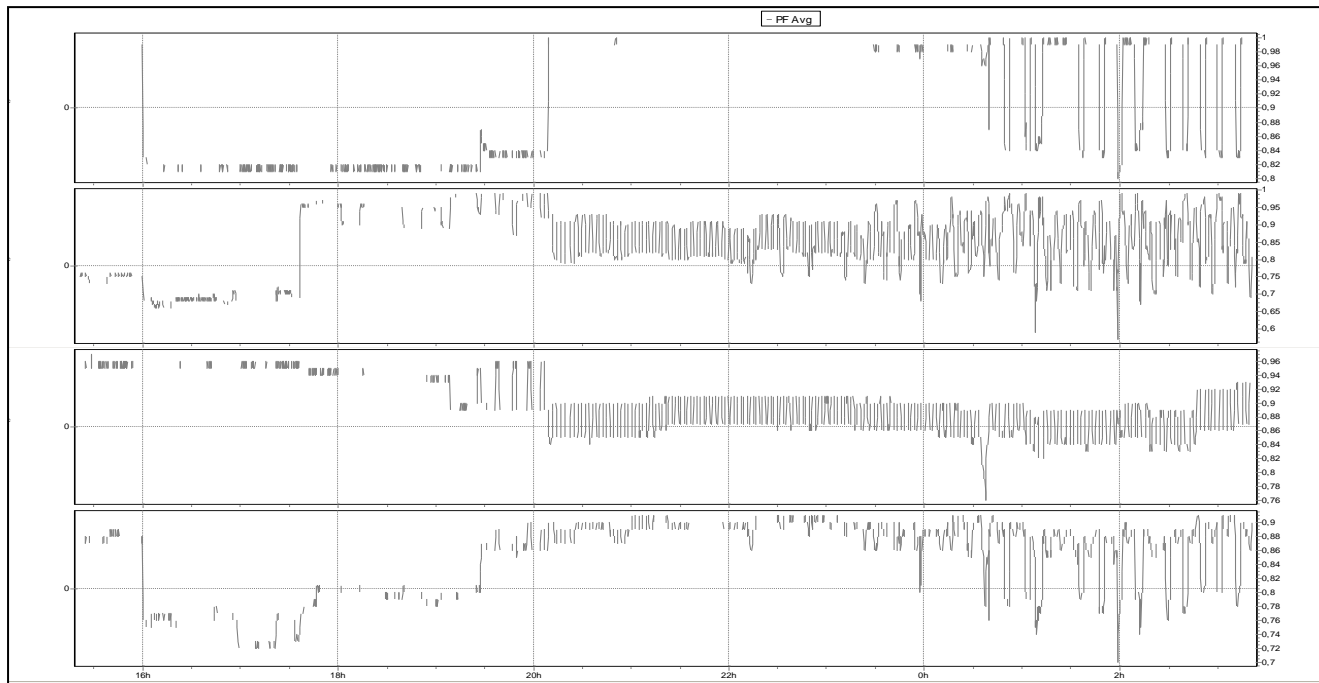


Figura 15.- Factor de potencia monitoreado con el FLUKE 435

## **2.2.2.- Conclusión del análisis de la demanda:**

Con base al análisis de los datos obtenidos con el equipo de medición se determinó que a pesar de tener un bajo porcentaje de ocupación existe una demanda o consumo de energía considerable.

La variación del voltaje no representa problemas para el funcionamiento del equipo ya que las variaciones de voltaje son menores a  $\pm 10\%$ .

En la corriente y la potencia activa se observa un desbalance entre la línea 1 (L1) y las dos líneas restantes (L2, L3), esto significa que algunas líneas están sobrecargadas, lo que puede originar calentamiento de conductores y pérdidas por efecto joule.

En los datos de las mediciones del factor de potencia del día 10 de julio de 2009 se presenta un cargo por bajo factor debido a la variabilidad de uso de las cargas, con lo cual se recomienda la instalación de un banco de capacitores para compensar el bajo factor de potencia.

Cabe mencionar que en los datos reflejados en las diferentes gráficas obtenidas con el FLUKE, la demanda concuerda con los equipos instalados en el inmueble.



## 2.3 PLANOS DEL LEVANTAMIENTO DEL INMUEBLE

Como se ha mencionado con anterioridad debido a la falta de planos, se realizó el levantamiento del inmueble, ya que esta información es necesaria para realizar el dimensionamiento de aires acondicionados para las diferentes áreas del hotel.

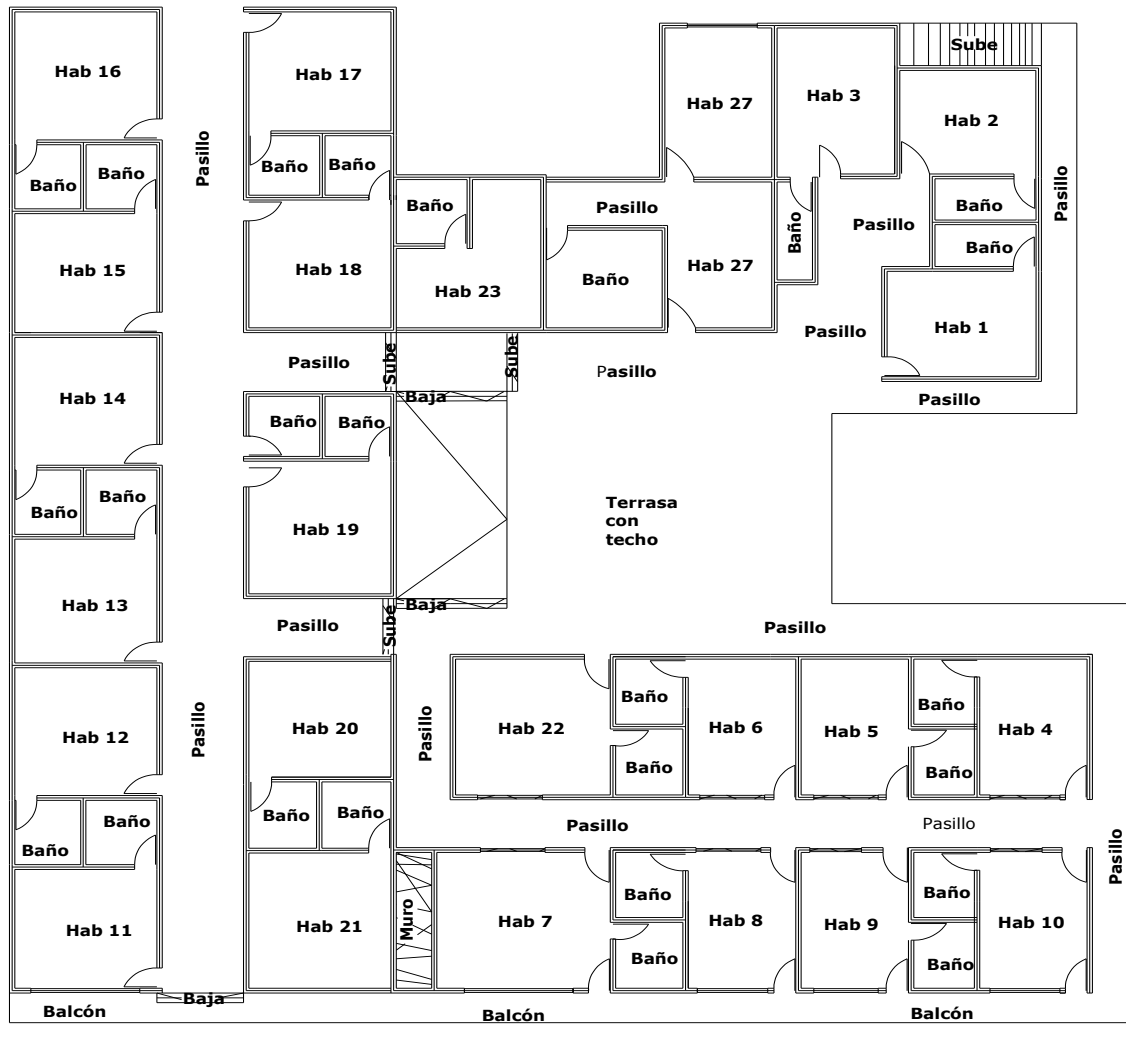
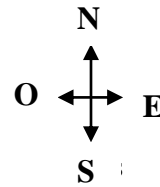
El hotel El dorado se encuentra ubicado en la Av. 5 de mayo número 42, colonia centro, en la ciudad de Chetumal estado de Quintana Roo, CP. 77000 propietaria Aurora Song Lee.

Con base al levantamiento del inmueble se realizaron los planos de planta baja y planta alta como se observa en las Fig. 16 y 17.



**Figura 16.-** Planta baja compuesta por habitaciones, bar, pasillos, recepción, lobby, oficina y lavandería.

# PLANTA ALTA



**KODAK**

**Figura 17.-** Planta alta compuesta por habitaciones, terraza, pasillos y balcones.

El hotel tiene un total de 27 habitaciones, de las cuales 4 habitaciones cuentan únicamente con ventiladores de techo, las otras 23 utilizan sistemas de aire acondicionado y ventiladores de techo, otras de las instalaciones que se encuentran como parte del hotel son el Bar y la Oficina ambos cuentan con aire acondicionado, el bar a su vez cuenta con ventilador de techo.

## 2.4 SISTEMA DE ALUMBRADO

Precisar si la distribución de los sistemas de alumbrado es la adecuada para las diferentes áreas de la edificación permite realizar cambios pertinentes que proporcionen mayor iluminación con menor consumo de energía.

Como paso inicial se realizó el censo de las cargas de alumbrado con lo cual se obtuvo la carga total instalada, así como el número y tipos de lámparas empleadas en el inmueble. Debido a que la instalación es antigua y la reubicación de lámparas puede resultar costosa se propuso el cambio del equipo existente por lámparas de alta eficiencia. La Tabla 2 muestra el resultado del censo de cargas y la comparación con el equipo de alta eficiencia que se propone, puede observarse que con el cambio de los equipos se obtiene una reducción en la demanda de iluminación de 639 W

Lugar	CARGA DE ALUMBRADO INSTALADO				CARGA DE ALUMBRADO PROPUESTO			Diferencia de capacidades W
	# Lámparas Incandescente	PLC	# Lámpara fluorescente	Capacidad del alumbrado W	PLC	# Lámpara fluorescente	Capacidad del alumbrado W	
Hab 1			2	35		2	35	0
Hab 2			2	45		2	35	10
Hab 3			2	68		2	35	33
Hab 4			3	54		2	35	19
Hab 5			2	42		2	35	7
Hab 6			2	29		2	35	-6
Hab 7			2	42		2	35	7
Hab 8			3	42		3	35	7
Hab 9			2	29		2	35	-6
Hab 10			3	55		2	35	20
Hab 11			2	33		2	35	-2
Hab 12			2	44		2	35	9
Hab 13			2	44		2	35	9
Hab 14			2	42		2	35	7
Hab 15			2	42		2	35	7
Hab 16			2	29		2	35	-6
Hab 17			2	29		2	35	-6
Hab 18			2	42		2	35	7
Hab 19			2	33		2	35	-2
Hab 20			2	42		2	35	7
Hab 21			2	42		2	35	7
Hab 22	1		1	82		2	35	47
Hab 23			4	68		4	52	16
Hab 24			4	66		4	52	14
Hab 25	2		3	147		4	52	95
Hab 26			5	140		4	52	88
Hab 27			4	83		4	35	48
Bar		5	2	119	5	4	119	0
Oficina		2	2	110		2	40	70
Estacionamiento			4	240		3	135	105
Recepción			16	219		15	191	28
Lavandería			3	39		3	39	0
Pasillos			19	269		20	269	0
TOTAL				2445			1806	639

**Tabla 2.-** Distribución y comparación de las demandas de alumbrado propuesto y existente

# *-Capítulo III-*

## *Dimensionamiento de aires acondicionados.*

En este capítulo se definen las componentes que generan ganancia de calor, se describen las consideraciones generales del inmueble y teniendo en cuenta la antigüedad de la construcción se proponen las consideraciones de diseño.

Las consideraciones de diseño son aquellos datos de los materiales (tipo de material, espesor, conductividad térmica, etc.) que componen la edificación ya sea en los muros, techos y ventanas, esta información se utilizará para realizar el cálculo de dimensionamiento.

Se desarrolla la metodología de cálculo para la habitación 1, como ejemplo de dimensionamiento ya que el procedimiento se repite en las demás áreas, estos cálculos se presentan del Anexo B al Anexo J.

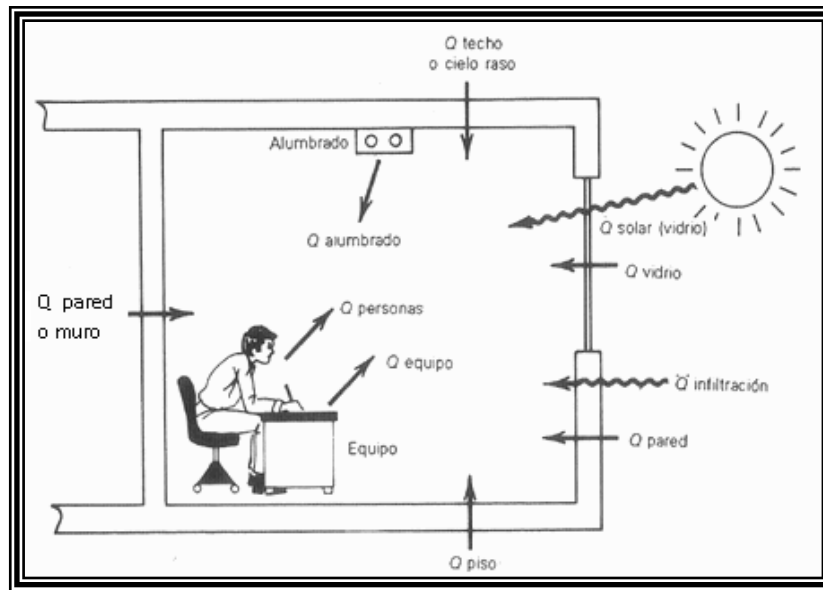
En el interior de una edificación la ganancia de calor se produce por diversas fuentes. En una edificación tanto la temperatura como la humedad del aire se deben mantener a un nivel de confort, por lo cual se debe extraer calor para compensar las ganancias, las componentes que contribuyen a esta ganancia de calor son:

1. Conducción a través de paredes, techo y vidrios.
2. Radiación solar a través de vidrios.
3. Alumbrado.
4. Personas.
5. Equipos.
6. Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

En algunas de las componentes que se mencionan se genera el calor sensible y el latente, estas componentes son:

- a. Personas
- b. Equipos
- c. Infiltración.

En la Figura 18 se representan las componentes de la ganancia de calor  $Q$  en la edificación.



**Figura 18.** Diagrama de ganancia de calor:

El método de cálculo de las cargas de enfriamiento que se empleó para la realización de este trabajo es esencialmente el que recomienda la **ASHRAE** (**American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers**), este método de cálculo se plantea con mayor detalle y exactitud que en el pasado lo cual conduce a la selección de equipos de menor tamaño y más eficientes en cuanto al uso de la energía.

### 3.1 CONDICIONES GENERALES.

#### 3.1.1.- Referencias del lugar:

- Latitud =  $18^{\circ} 30'$
- Longitud =  $88^{\circ} 18'$
- Altitud = 1.5 MSNM 8 (Metros sobre el nivel del mar)
- Velocidad del viento = 0.3 m/s
- Dirección del viento = SE
- Clima: Cálido – húmedo.
- Mes de diseño: Mayo
- Humedad máxima relativa exterior  $We=76.5\%$
- Humedad relativa interior por norma  $Wi= 50\%$

### 3.1.2.- Condiciones interiores

Las condiciones recomendadas para el diseño en la temporada de verano son las contempladas en la norma NOM-008-ENER-2001 la cual recomienda como temperatura de confort 25°C en el interior en un edificio, esta temperatura se utiliza para el cálculo de conducción y radiación, también se recomienda una humedad relativa del 50 al 60% para el cálculo de ganancia de calor por infiltración.

### 3.1.3.- Condiciones exteriores

Para realizar el cálculo de ganancia de calor por conducción y radiación se determinaron las temperaturas de diseño exterior para la ciudad de Chetumal con base a las Tablas del Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001. Las temperaturas de diseño varían de acuerdo a la orientación del muro o ventana.

### 3.1.4.- Tiempo solar

De acuerdo con los datos reportados por la estación meteorológica: 767500 se seleccionó el mes de Mayo como el más caluroso, para fines de cálculo de las ganancias de calor por infiltración en habitaciones se toma como base de diseño el promedio de temperatura máxima mensual: 34.4°C, se elige esta temperatura suponiendo condiciones de temperaturas críticas.

Debido a que el hotel cuenta con un bar y este opera a partir de las 7:00 pm, la temperatura que se utilizará para realizar el cálculo de ganancia de calor por infiltración será de 25.7°C.

### 3.1.5.- 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:

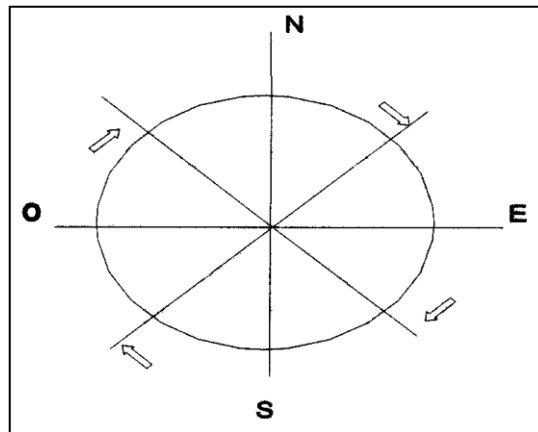
**Norte:** cuyo plano normal está orientado desde 45° al oeste y menos de 45° al este del norte verdadero.

**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.

En la siguiente figura se puede visualizar la forma en que se representan las orientaciones detalladas con anterioridad.



**Figura 19.-** Representación de las orientaciones

### 3.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO DEL EDIFICIO

A continuación se presentan las Tablas que se emplearon para determinar los coeficientes de las consideraciones de diseño del inmueble como lo son: tipo de material, espesor y conductividad térmica.

En las Tablas 3, 4, 5, 6 se muestran los coeficientes de los materiales que componen la edificación, el muro, el techo, el entre piso y las ventanas.

**Tabla 3.-** Materiales de muro.

MATERIAL	L	K
	Espesor (m)	Conductividad (W/m <sup>2</sup> °K)
Block agregado de grava y arena	0,15	1,42
Aplanado mortero estucado.	0,025	0,72

**Tabla 4.-** Materiales de techo.

MATERIAL	L	K
	Espesor (m)	Conductividad (W/m <sup>2</sup> °K)
Calcreto	0,03	0,26
Concreto armado	0,05	0,63
Aplanado mortero estucado.	0,025	0,72

**Tabla 5.-** Materiales del entre piso.

MATERIAL	L	K
	Espesor (m)	Conductividad (W/m <sup>2</sup> °K)
Concreto armado	0,05	0,63
Aplanado mortero estucado.	0,025	0,72

**Tabla 6.-** Materiales de ventana tipo remetida.

MATERIAL	L	K
	Espesor (m)	Conductividad (W/m <sup>2</sup> °K)
Vidrio sencillo	0,05	0,93

Para dar inicio al desarrollo de la metodología de cálculo de dimensionamiento de aires acondicionados se mencionan cada una de las componentes que contribuyen a la ganancia de calor en la edificación descrita en el inicio del capítulo tres, se dará una breve descripción de las formulas utilizadas, además de hacer referencia a la bibliografía que se utilizó.

### 3.3 GANANCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN ATRAVÉS DE TECHOS, PAREDES Y VIDRIOS.

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

$$Q_{pci} = \sum_{j=1}^{n_i} [K_j \times A_{ij} \times (t_{ei} - t)] \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

$Q_{pci}$  es la ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i, en W;

i son las diferentes orientaciones: norte, este, sur, oeste.

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, determinado según el Apéndice B de la NOM-008-ENER-2001 (Anexo 1) y Tabla A.4, libro Edward Pita en W/m<sup>2</sup> °K;

$A_{ij}$  es el área de la porción j con orientación i, en m<sup>2</sup>;



$t_{ei}$  es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i, determinada según la Tabla 1 del Apéndice A (Anexo 1) de la NOM-008-ENER-2001, en °C; (conversión a °K)

$t$  es el valor de la temperatura interior del edificio, que se considera igual a 25 °C. (Conversión a °K)

### 3.3.1.- Deducción del coeficiente global de transferencia de calor $K_j$ :

El coeficiente total de transferencia de calor  $K_j$  se define como la intensidad total de transferencia de calor a través de un material o miembro estructural.

Con el espesor y la conductividad del material se puede obtener la resistencia individual de cada porción de la construcción, haciendo las siguientes relaciones se obtiene:

1.- La conductancia del material a un determinado espesor.

$$C = K/L \dots \dots \dots (2)$$

2.- El valor de la resistencia individual de cada porción de material de construcción

$$R = 1/C \dots \dots \dots (3)$$

Se puede deducir:

$$R = L/K \dots \dots \dots (4)$$

La resistencia térmica R se define como la resistencia de un material al flujo de calor.

#### Tipos de resistencia:

$R_1, R_2, \dots$  = resistencia térmica individuales,  $W/m^2 \text{ } ^\circ K$

$R_0$  = resistencia térmica general o global.

Fórmula para calcular la resistencia térmica global  $R_0$ :

Se puede deducir la resistencia térmica global como la suma de las resistencias térmicas individuales de cada material.

$$R_0 = R_1 + R_2 + \dots + R_n \dots \dots \dots (5)$$

Para determinar el valor de K se necesita conocer los valores de las resistencias térmicas individuales ( $R_1, R_2 \dots R_n$ ) que componen los materiales de construcción tanto para el área de pared, piso y techo, estos valores individuales asignados a cada área se suman generando así una resistencia térmica general ( $R_0$ ) por área, utilizado en la siguiente relación.

Otro parámetro importante en el cálculo es la resistencia del coeficiente global de transferencia de calor.

$$K_j = 1/R_0 \dots \dots \dots (6)$$

Una vez determinadas las ecuaciones a emplear se procede al cálculo de los parámetros, a continuación se muestra la metodología para la realización del cálculo de ganancia de calor por conducción a través de la estructura del inmueble.

### 3.3.2.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por conducción a través de techos para la habitación 1 del hotel el dorado.

Datos: *Sistema Internacional de unidades.*

Área de techumbre= 12.41 m<sup>2</sup>

Temperatura del techo de acuerdo a norma (Tt)= 45°C

Temperatura interior recomendada (Ti)= 25°C

Materiales de diseño:

Aplanado mortero estucado (K2): Espesor= 0.025m, conductividad= 0.72 W/m<sup>2</sup> ° K

Calcreto mortero de cemento (K3): Espesor= 0.03m, conductividad= 0.26 W/m<sup>2</sup> ° K

Concreto armado (K4): Espesor= 0.15m, conductividad= 0.63 W/m<sup>2</sup> ° K

#### Cálculo de R individual:

Con los datos de las consideraciones de diseño y usando la relación  $R = L/K$  se tiene:

$$R_2 = (0.025/0.72)$$

$$R_2 = 0.03$$

$$R_3 = (0.03/0.26)$$

$$R_3 = 0.12$$

$$R_4 = (0.15/0.63)$$

$$R_4 = 0.24$$

**Cálculo de  $K_j$  para techo:**

$$K_j = [1/((R_2) + (R_3) + (R_4))]$$

Sustituyendo valores:

$$K_j = [1/((0.03) + (0.12) + (0.24))]$$

$$K_j = 2.56 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

**Diferencia de temperatura DT:**

$$DT = (318.15 - 298.15)$$

$$DT = 20 \text{ } ^\circ\text{K}$$

**Cálculo de ganancia de calor por conducción ( $Q_{KW}$ ) expresado en KW para facilitar cálculo de Q (Btu/h):**

$$Q_{KW} = [(K_j \times A \times DT)/1000]$$

$$Q_{KW} = [(2.56 \times 12.41 \times 20)/1000]$$

$$Q_{KW} = 0.64 \text{ KW}$$

**Cálculo de ganancia de calor por conducción ( $Q_t$ ) expresado en Btu/h:**

Para realizar la conversión se tiene el siguiente factor: 1 KW es igual a 3410 Btu/h, por lo tanto:

$$Q_t = (0.64 \times 3410)$$

$$Q_t = \underline{2170. \text{ Btu/h}}$$

### 3.3.3.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por conducción a través de muro o pared orientación Norte para la habitación 1 del hotel el dorado.

Datos: *Sistema Internacional de unidades.*

Área del muro= 9.11 m<sup>2</sup>

Temperatura del muro de acuerdo a norma por orientación Norte (T<sub>t</sub>)= 31°C

Temperatura interior recomendada (T<sub>i</sub>)= 25°C

Materiales de diseño:

Block agregado de grava y arena (K1): Espesor= 0.15 m, conductividad= 1.42 W/m<sup>2</sup> ° K

Aplanado mortero estucado (K2): Espesor= 0.025m, conductividad= 0.72 W/m<sup>2</sup> ° K

#### **Cálculo de R individual:**

Usando la relación  $R = L/K$  se tiene:

$$R_1 = (0.15/0.99)$$

$$R_1 = 0.15$$

$$R_2 = ((0.025 \times 2)/0.72)$$

$$R_2 = 0.07$$

**Nota:** En R<sub>2</sub> la longitud se multiplica por 2, para ambos lados del block.

#### **Cálculo de K<sub>j</sub> para muro:**

$$K_j = [1/((R_1) + (R_2))]$$

Sustituyendo valores:

$$K_j = [1/((0.15) + (0.07))]$$

$$K_j = 4.55 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$$

#### **Diferencia de temperatura DT:**

$$DT = (304.15 - 298.15)$$

$$DT = 6 \text{ °K}$$

**Cálculo de ganancia de calor por conducción ( $Q_{KW}$ ) expresado en KW para facilitar cálculo de  $Q_m$  (Btu/h):**

$$Q_{KW} = [(K_j \times A \times DT)/1000]$$

$$Q_{KW} = [(4.55 \times 9.11 \times 20)/1000]$$

$$Q_{KW} = 0.25 \text{ KW}$$

**Cálculo de ganancia de calor por conducción ( $Q_m$ ) expresado en Btu/h.**

Factor de conversión: 1 KW es igual a 3410 Btu/h, por lo tanto:

$$Q_m = 0.25 \times 3410$$

$$Q_m = \underline{846.81 \text{ Btu/h}}$$

### **3.3.4.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por conducción a través de muro o pared orientación Este para la habitación 1 del hotel el dorado.**

Datos: *Sistema Internacional de unidades.*

Área del muro= 4.59 m<sup>2</sup>

Temperatura interior recomendada ( $T_i$ )= 25°C

Temperatura del muro de acuerdo a norma por orientación Este ( $T_t$ )= 34°C

Materiales de diseño:

Block agregado de grava y arena (K1): Espesor= 0.15 m, conductividad= 1.42 W/m<sup>2</sup> ° K

Aplanado mortero estucado (K2): Espesor= 0.025m, conductividad= 0.72 W/m<sup>2</sup> ° K

#### **Cálculo de R individual:**

Usando la relación  $R = L/K$  se tiene:

$$R_1 = (0.15/0.99)$$

$$R_1 = \mathbf{0.15}$$

$$R_2 = ((0.025 \times 2)/0.72)$$

$$R_2 = \mathbf{0.07}$$

**Nota:** En  $R_2$  la longitud se multiplica por 2, para ambos lados del block.

### **Cálculo de $K_j$ para muro:**

$$K_j = [1/((R_1) + (R_2))]$$

Sustituyendo valores:

$$K_j = [1/((0.15) + (0.07))]$$

$$K_j = 4.55 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

### **Diferencia de temperatura DT:**

$$DT = (307.15 - 298.15)$$

$$DT = 9 \text{ } ^\circ\text{K}$$

**Cálculo de ganancia de calor por conducción ( $Q_{KW}$ ) expresado en KW para facilitar cálculo de Q (Btu/h):**

$$Q_{KW} = [(K_j \times A \times DT)/1000]$$

$$Q_{KW} = [(4.55 \times 4.59 \times 20)/1000]$$

$$Q_{KW} = 0.22 \text{ KW}$$

**Cálculo de ganancia de calor por conducción ( $Q_m$ ) expresado en Btu/h.**

Factor de conversión: 1 KW es igual a 3410 Btu/h, por lo tanto:

$$Q_m = (0.22 \times 3410)$$

$$Q_m = \underline{640.263 \text{ Btu/h}}$$

### **3.3.5- Observación de los cálculos de conducción por muros con orientación Sur y Oeste.**

El cálculo de carga térmica por conducción a través de los muros sur y oeste de la habitación 1, se anulan debido a que los muros se encuentran a la sombra, ya que la temperatura interior y la temperatura exterior que recomienda la norma por la orientación no aplica en estos casos.

### 3.3.6.- Metodología de cálculo de ganancia de calor por conducción a través de vidrio o ventana orientación Este para la habitación 1 del hotel el dorado.

Datos: *Sistema Internacional de unidades.*

Área de la ventana= 3.04 m<sup>2</sup>

Temperatura interior recomendada (T<sub>i</sub>)= 25°C

Temperatura de la ventana de acuerdo a norma por orientación Este (T<sub>t</sub>)= 28°C

Materiales de diseño:

Vidrio sencillo (K5): Espesor= 0.05 m, conductividad= 0.93 W/m °K

#### **Cálculo de R individual:**

Usando la relación  $R = L/K$  se tiene:

$$R_5 = (0.05/0.93)$$

$$R_5 = \mathbf{0.054}$$

#### **Cálculo de K<sub>j</sub> para ventana:**

$$K_j = (1/R_5)$$

Sustituyendo valores:

$$K_j = (1/0.054)$$

$$K_j = 18.52 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$$

#### **Diferencia de temperatura DT:**

$$DT = (301.15 - 298.15)$$

$$DT = 3 \text{ °K}$$

**Cálculo de ganancia de calor por conducción ( $Q_{KW}$ ) expresado en KW para facilitar cálculo de  $Q_v$  (Btu/h):**

$$Q_{kw} = ((K_j \times A \times DT)/1000)$$

$$Q_{kw} = ((18.52 \times 3.04 \times 3)/1000)$$

$$Q_{kw} = 0.17 \text{ KW}$$

**Cálculo de ganancia de calor por conducción ( $Q_v$ ) expresado en Btu/h:**

Factor de conversión: 1 KW es igual a 3410 Btu/h, por lo tanto:

$$Q_v = (0.17 \times 3410)$$

$$Q_v = \underline{576.46 \text{ Btu/h}}$$

### **3.3.7.- Observación de los cálculos por conducción de ventanas con orientación Norte, Sur y Oeste.**

El cálculo de carga térmica por conducción a través de las ventanas Norte, Sur y Oeste de la habitación 1, se anulan debido a que no existen ventanas en esa orientación.

## **3.4 GANANCIA DE CALOR POR RADIACIÓN SOLAR ATRAVÉS DE VIDRIOS O VENTANAS.**

La energía radiante del sol pasa a través de materiales transparentes como el vidrio transformándose en ganancia de calor en el área a climatizar, su valor varía de acuerdo a la orientación y al sombreado exterior.

En el caso de sombreado de ventanas con aleros o volados, la porción del vidrio que no recibe el sol está sujeta a la mínima ganancia de calor solar, comparada con una ventana que no disponga de este tipo de sombreado.

Utilizando las Tabla 2 del apéndice A de la NOM-008-ENER-2001 se puede determinar el factor de corrección de sombreado exterior para las diferentes orientaciones, de acuerdo a la longitud del volado (L), a la altura (H) y la extensión del volado hasta una longitud mayor a la de la ventana.



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

$$Q_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij} \times CS_j \times FG_i \times SE_{ij}] \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

$Q_{psi}$  Es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W;

$i$  Son las diferentes orientaciones de la ventana: Norte, Este, Sur, Oeste.

$j$  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, determinada según la Tabla 6.7 del capítulo 6, página 145 del libro Acondicionamiento de aire Principios y Sistemas.

$FG_j$  Es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según la Tabla 1 del Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001 (Anexo 1), en  $W/m^2$ ;

$SE_{ij}$  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, localizadas en el Apéndice A de la NOM-008-ENER-2001 (Anexo 1), con valor a dimensional entre cero y uno.

### 3.4.1 Metodología de cálculo de ganancia de calor por radiación a través de vidrio o ventana orientación Este para la habitación 1 del hotel el dorado.

Datos: *Sistema Internacional de unidades.*

Área de la ventana= 3.19  $m^2$

Longitud de volado (L)= 1.00m

Altura de ventana a volado (H)= 1.47

$FG_j$ = Para la orientación Este 152  $W/m^2$

El coeficiente de sombreado para vidrio sencillo claro, con espesor de 5 mm y persiana veneciana con coloración clara (CS)= 0.55

### **Cálculo de factor de corrección por sombreado exterior (SE):**

Usando la relación L/H especificada en la norma NOM-008- ENER-2001 para cálculo de SE tenemos:

$$L/H = (1/1.47) = \underline{0.68}$$

Ubicando el valor calculado con respecto a la zona II para latitudes menores de 28° hasta 14° en la tabla 2 del apéndice A de la norma se obtiene:

Factor de corrección por sombreado exterior para orientación Este (SE)= 0.89

### **Cálculo de ganancia de calor por radiación ( $Q_{KW}$ ) dada en KW para facilitar cálculo de $Q_r$ (Btu/h):**

Usando:

$$Q_{KW} = (A \times CS \times FG_j \times SE)/1000$$

Se tiene:

$$Q_{KW} = (3.19 \times 0.55 \times 152 \times 0.89)/1000$$

$$Q_{KW} = 0.24 \text{ KW}$$

### **Cálculo de ganancia de calor por radiación ( $Q_r$ ) dada en Btu/h.**

Factor de conversión: 1 KW es igual a 3410 Btu/h, por lo tanto:

$$Q_r = (0.24 \times 3410)$$

$$\underline{Q_r = 809.36 \text{ Btu/h}}$$

### **3.4.2.- Observación de los cálculos por radiación en ventanas con orientación Norte, Sur y Oeste**

El cálculo de carga térmica por conducción a través de las ventanas Norte, Sur y Oeste de la habitación 1, se anulan debido a que no existen ventanas en esa orientación.

### 3.5 GANANCIA DE CALOR POR ALUMBRADO.

Con base a la metodología que recomienda ASHRAE detallada en el libro Acondicionamiento de aire Principios y Sistemas, se realizaron los cálculos de ganancia de calor por alumbrado, personas, equipo e infiltración.

Toda energía eléctrica de iluminación disipada directamente en el espacio a climatizar se debe incluir en el cálculo de ganancia de calor. La carga por alumbrado determina la capacidad nominal de las luminarias en uso, esta capacidad esta expresada en watts.

**Fórmula utilizada para calcular la ganancia de calor debida al alumbrado:**

$$Q_a = 3.4 \times W \times FB \times FCE \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

Q<sub>a</sub>= ganancia neta de calor debida al alumbrado, Btu/h.

W=capacidad del alumbrado, watts.

FB= factor de balastra.

FCE=factor de carga de enfriamiento para el alumbrado.

\*Un valor típico de FB es de 1.25 para el alumbrado fluorescente, para el alumbrado incandescente no hay perdidas adicionales y el FB =1.0.

\*FCE=1.0 este valor se utiliza en el caso de que el sistema de enfriamiento no se use mas de 16h, y cuando al sistema no se le permita aumentar la temperatura durante las horas que no se ocupa.

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

#### 3.5.1 Metodología de cálculo de ganancia de calor por alumbrado en la habitación 1 del hotel el dorado.

Datos:

Lámparas fluorescentes= 2

FB par alumbrado fluorescente=1.25

FCE=1.0

Lámparas propuestas (fluorescentes):

Lámpara ahorradora de 13W

Lámpara ahorradora de 22 W

### Cálculo de ganancia neta de calor debida a alumbrado ( $Q_a$ ) expresado en Btu/h.

Usando:

$$Q_a = 3.4 \times W \times FB \times FCE$$

Se tiene:

$$Q_a = (3.4 \times 35 \times 1.25 \times 1.0)$$

$$\underline{Q_a = 148.75 \text{ Btu/h}}$$

### 3.6 GANANCIA DE CALOR POR PERSONAS

El cuerpo humano disipa constantemente calor y humedad por lo que la ganancia de calor debida a las personas depende de la actividad física que realicen en el área a climatizar. El calor sensible y el calor latente que resulta de la transpiración de las personas dependen del tipo de actividad y tiempo que permanece dentro del área a climatizar.

En la actualidad es posible encontrar tablas de cálculos que proporcionen los valores de calor sensible y latente de diversas actividades y aplicaciones típicas del área de ocupación.

**Las formulas utilizadas para el cálculo de las ganancias de calor sensible y latente son:**

Fórmula para calcular ganancia de calor sensible:

$$Q_s = q_s \times n \times FCE \dots \dots \dots (9)$$

Fórmula para calcular ganancia de calor latente:

$$Q_l = q_l \times n \dots \dots \dots (10)$$

Relación para calcular el total de ganancia de calor por personas:

$$Q_p = Q_s + Q_l \dots \dots \dots (11)$$

Donde:

$Q_p$  = total de ganancias de calor por personas (Btu/h).

$n$  = número de personas.

$Q_s, Q_l$  = ganancias de calor sensible y latente (Btu/h).

$q_s, q_l$  = ganancias de calor sensible y latente por personas (Btu/h), determinada según la Tabla 6.11 del capítulo 6, página 152 del libro Acondicionamiento de aire Principios y Sistemas.

FCE = factor de carga de enfriamiento por personas determinada según la Tabla 6.12 del capítulo 6, página 153 del libro Acondicionamiento de aire Principios y Sistemas.

### 3.6.1 Metodología de cálculo de ganancia de calor por personas para la habitación 1 del hotel el dorado.

Datos: *Sistema ingles de unidades*

Número de personas ( $n$ )=3

Las actividades que se definieron para realizar este cálculo se determinaron según la Tabla 6.11, con base a esta tabla ubicamos la actividad: Sentado, trabajo muy ligero y la aplicación típica: Oficina, hoteles, apartamentos; con esta información obtenemos:

- Calor sensible ( $q_s$ )= 230
- Calor latente ( $q_l$ )= 190

Considerando 10 horas de uso del área a climatizar en el hotel se utiliza la Tabla 6.12 para la determinación de FCE.

- FCE=0.62

#### **Cálculo de ganancia por calor sensible ( $Q_s$ ) expresado en Btu/h.**

Usando:

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

Se tiene:

$$Q_s = (230 \times 3 \times 0.62)$$

$$\underline{Q_s = 427.8 \text{ Btu/h}}$$

### **Cálculo de ganancia por calor latente (Ql) expresado en Btu/h:**

Usando:

$$Q_l = q_l \times n$$

Se tiene:

$$Q_l = (190 \times 3)$$

$$\underline{Q_l = 570 \text{ Btu/h}}$$

### **Cálculo de ganancia de calor por personas (Qp) expresado en Btu/h:**

Usando:

$$Q_p = Q_s + Q_l$$

Se tiene:

$$Q_p = (427.8 + 570)$$

$$\underline{Q_p = 997.8 \text{ Btu/h}}$$

## **3.7 GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR A TRAVÉS DE ABERTURAS.**

Cuando aire del exterior pasa al interior de una edificación, ya sea este como aire de ventilación o como infiltración a través de ventanas y puertas por medio de fisuras o aberturas, se genera una ganancia de calor tanto sensible como latente en la edificación.

En algunas ocasiones el aire exterior es utilizado para diluir contaminantes en el aire interior del recinto así como también para disipar la energía asociada con el calentamiento del recinto por lo cual, para calcular de manera adecuada la capacidad del equipo de aire acondicionado, se deben conocer los valores de intercambio de aire para asegurar un control adecuado de los niveles contaminantes generados en el interior del recinto o área a climatizar.

Este trabajo, se enfoca en una edificación de hotel, en la cual el intercambio de aire es debido primeramente a infiltración, misma que genera en este caso valores de ganancia de calor mayores a las del resto de las componentes que se mencionan al inicio del capítulo.

**Efecto de la infiltración de aire sobre la pérdida de calor sensible:**

La infiltración de aire ocurre debido a la presión que ejerce el aire del exterior al entrar a través de aberturas o fisuras en puertas o ventanas, el aire que se infiltra tiende a descompensar el nivel de temperatura de confort del área climatizada por lo cual se debe suministrar la temperatura necesaria para alcanzar la temperatura de diseño.

**Efecto de la infiltración de aire sobre la pérdida de calor latente:**

Cuando la humedad del exterior es mayor que la interior del área que se desea climatizar, el exceso de humedad se condensara para igualar las condiciones de diseño.

**Las formulas utilizadas para el cálculo de las ganancias de calor sensible y latente son:**

Fórmula para Calor sensible:

$$Q_s = 1.1 \times CFM \times DT \dots\dots\dots (12)$$

Fórmula para Calor latente:

$$Q_L = 0.68 \times CFM \times (W_i \sim W_p) \dots\dots\dots (13)$$

Relación para calcular el valor total de la ganancia de calor por infiltración:

$$Q_i = Q_s + Q_L \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

Q<sub>s</sub> = calor sensible necesario para el aire de infiltración o ventilación Btu/h.

Q<sub>L</sub> = calor sensible necesario para el aire de infiltración o ventilación Btu/h.

CFM= velocidad de infiltración o ventilación del aire ft<sup>3</sup>/min.

DT= cambio de temperatura entre el aire interior y el aire exterior °F.

W<sub>i</sub>=humedad relativa interior, en g de agua/lb de aire seco, según carta psicométrica de la página 541 del apéndice del libro Acondicionamiento de aire Principios y Sistemas.

W<sub>e</sub>= humedad relativa exterior, en g de agua/lb de aire seco.

### 3.7.1 Metodología de cálculo de ganancia de calor por infiltración para la habitación 1 del hotel el dorado.

Datos: *Sistema ingles de unidades.*

Temperatura exterior: 34.4 °C

Temperatura interior: 34.4 °C

La cantidad de aire de ventilación mínimo recomendado necesario por persona para un espacio convencional es de 10 CFM (pies<sup>3</sup>/min).

Para utilizar la tabla psicométrica que se recomienda en la bibliografía se requiere realizar la conversión de los datos al sistema ingles con lo cual obtenemos los siguientes parámetros, Tabla 7.

**Tabla 7.-** Condiciones del lugar (temperatura y humedad relativa)

<b>Condiciones</b>	<b>T (°C)</b>	<b>T (°F)</b>	<b>HR (%)</b>
Exterior	34.4	93.92	76.85
Interior	25	77	50

En donde HR es la humedad relativa, en %, ubicamos las dos diferentes temperaturas y humedades relativas según la carta psicométrica de la página 541 del apéndice del libro Acondicionamiento de aire Principios y Sistemas, determinando las relaciones de humedades correspondientes, Tabla 8.

**Tabla 8.-** Datos obtenidos de la carta psicométrica

<b>Condiciones</b>	<b>W' (g de agua/lb a.s.)</b>
Exterior	180
Interior	68



**Cálculo de ganancia por calor sensible ( $Q_s$ ) expresado en Btu/h.**

Usando:

$$Q_s = 1.1 \times \text{CFM} \times \text{DT}$$

Se tiene:

$$Q_s = (1.1 \times 10 \times (93.92 - 77))$$

$$\underline{Q_s = 558.36 \text{ Btu/h}}$$

**Cálculo de ganancia por calor latente ( $Q_l$ ) expresado en Btu/h:**

Usando:

$$Q_l = 0.68 \times \text{CFM} \times (W_i - W_p)$$

Se tiene:

$$Q_l = (0.68 \times 10 \times (180 - 68))$$

$$\underline{Q_l = 2284.80 \text{ Btu/h}}$$

**Cálculo de ganancia de calor por personas ( $Q_p$ ) expresado en Btu/h:**

Usando:

$$Q_p = Q_s + Q_l$$

Se tiene:

$$Q_p = (558.36 + 2284.80)$$

$$\underline{Q_p = 2843.16 \text{ Btu/h}}$$

### 3.8 RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE LAS COMPONENTES QUE GENERAN GANANCIA DE CALOR EN LA HABITACIÓN 1

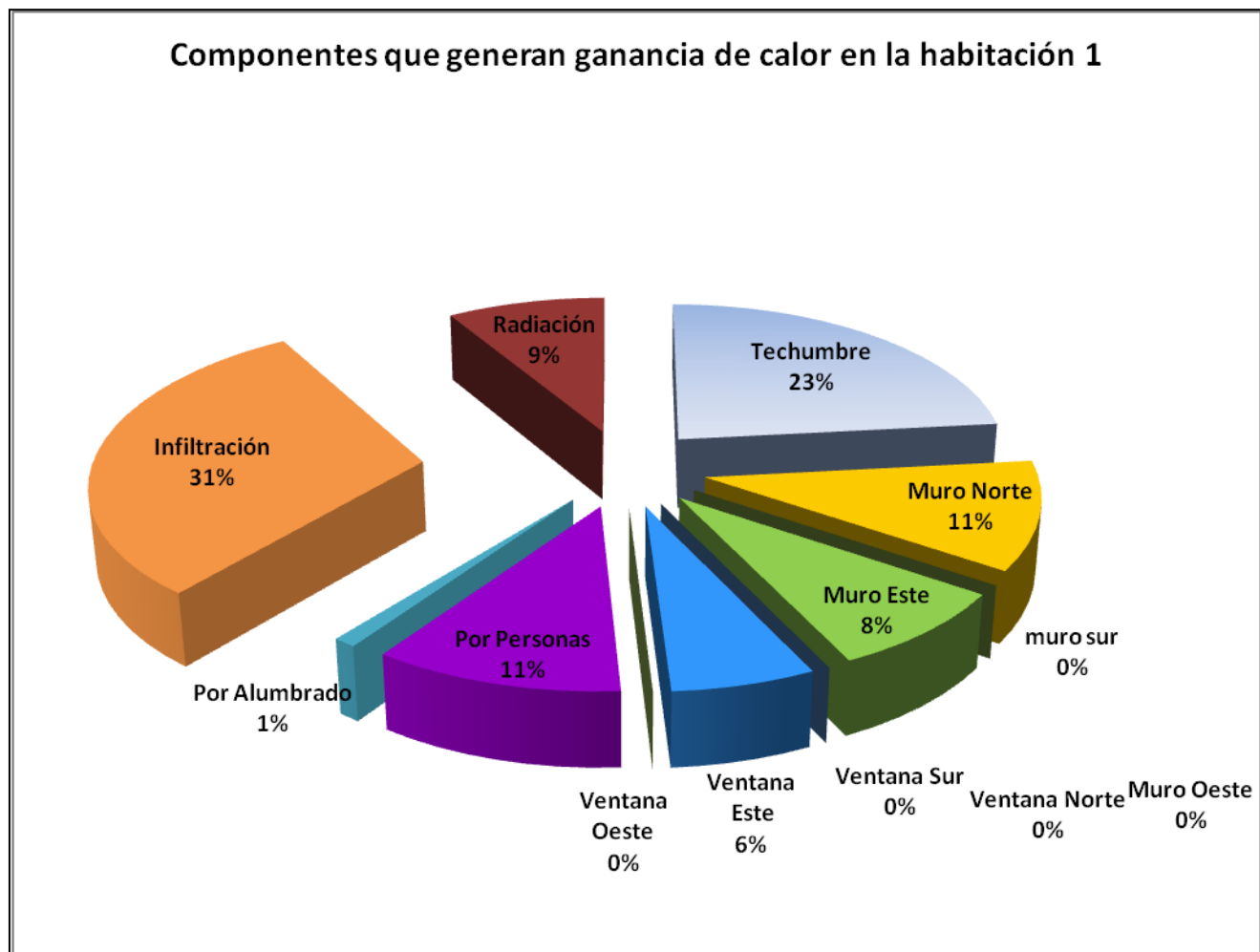
Tomando en cuenta que se han completado los cálculos de las diferentes componentes que contribuyen a la ganancia de calor, se tiene el siguiente resumen de las ganancias de calor generadas en la habitación 1, Tabla 9.

**Tabla 9.-** Tabla resumen de la habitación 1.

<b>RESUMEN DE LAS GANANCIAS DE CALOR CALCULADAS EN LA HABITACIÓN 1 (HAB 1)</b>							
<b>Qm= Btu/h muro Norte</b>	<b>Qv= Btu/h ventana Norte</b>	<b>Qt= Btu/h Techumbre</b>	<b>Qp= Btu/h Personas</b>	<b>Qa= Btu/h Alumbrado propuesto</b>	<b>Qi= Btu/h Infiltración</b>	<b>Qr= Btu/h Radiación</b>	<b>∑Qca= Btu/h</b>
846,81	0,00	2170,02	997,80	93,50	2843,16	809,36	7760,65
<b>Qm= Btu/h muro Sur</b>	<b>Qv= Btu/h ventana Sur</b>						
0,00	0,00						0,00
<b>Qm= Btu/h muro Este</b>	<b>Qv= Btu/h ventana Este</b>						
640,26	576,46						1216,72
<b>Qm= Btu/h muro Oeste</b>	<b>Qv= Btu/h ventana Oeste</b>						
0,00	0,00						0,00
							8977,37

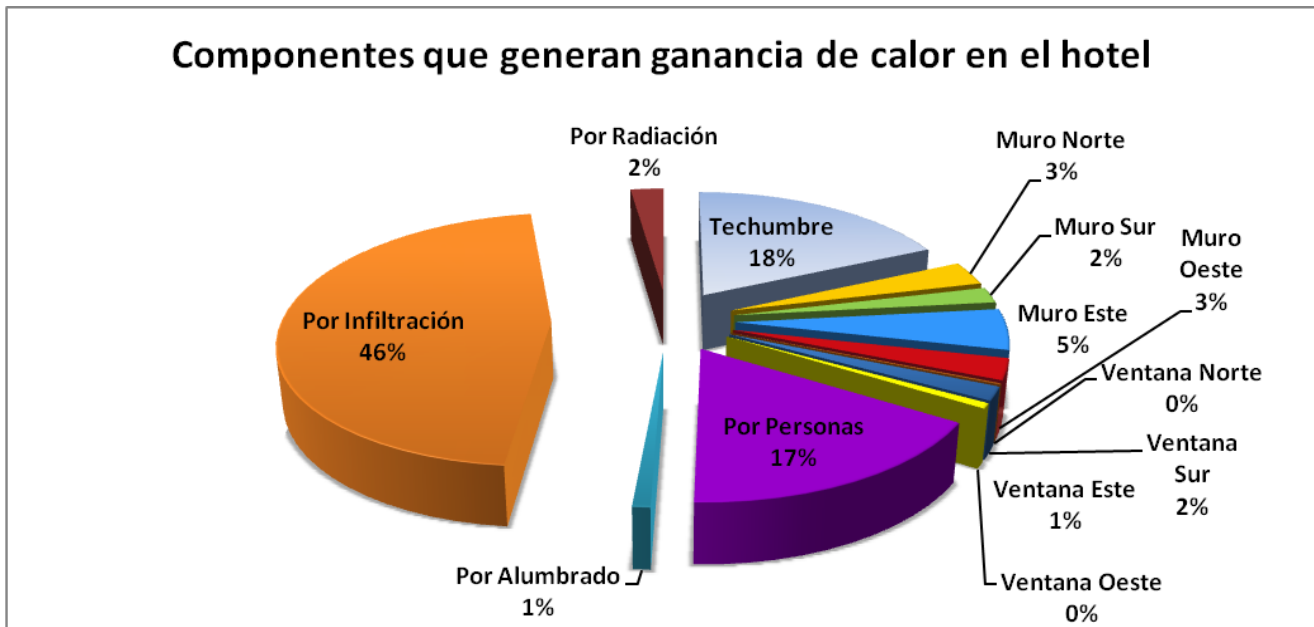
En la Figura 20 se observa de manera grafica cuales son las componentes en las que se genera mayor ganancia de calor, de esta manera es más fácil establecer medidas para generar ahorro de energía.

Es importante mencionar que la componente de ganancia de calor por infiltración es la que tiene el valor más elevado en comparación con el resto de las componentes, esto es debido a que en la habitación existen áreas de ventilación las cuales no son indispensables por lo cual se recomienda que sean selladas, además de ventanas tipo persiana con cristales rotos.



**Figura 20.-** Porcentaje de ganancia de calor de las diferentes componentes, habitación 1.

La Figura 21 muestra las diferentes componentes que contribuyen a la ganancia de calor del hotel, la información de esta figura se tomo del Anexo I, en la cual se encuentra el resumen de las componentes que generan ganancia de calor en todo el hotel. Se puede observar una tendencia similar a la Fig. 20, de esto puede concluirse que en la parte de infiltración se necesitan medidas para minimizar las fugas, además se propone el uso de aislante térmico para minimizar las ganancias en la techumbre del inmueble.



**Figura 21.-** Porcentaje de las componentes que generan ganancia de calor en todo el hotel.

### 3.9 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Se utiliza un factor de seguridad (FS), cuando cabe la posibilidad de que se instalen de manera temporal equipos que no sean considerados en el cálculo de dimensionamiento de aires acondicionado para el área a climatizar. Para la determinación del factor de seguridad se puede tomar un valor de hasta el 10% de acuerdo a la experiencia del diseñador.

La ganancia de calor calculada ( $\sum Q_{ca}$ ) expresada en Btu/h: es el valor que resulta de la sumatoria de todas las ganancias de calor debido a las diferentes componentes ( $Q_t, Q_m, Q_v, Q_r, Q_p, Q_i, Q_a$ ), para las diferentes orientaciones.

La ganancia de calor total ( $Q_{total}$ ) expresada en Btu/h: es el valor que resulta obtener el porcentaje de (FS) porcentaje de la ganancia de calor calculada, más la ganancia de calor calculada.

La capacidad comercial expresada en Btu/h ( $Q_{com}$ ), se obtiene con base al valor de la ganancia de calor total, y se toma la capacidad próxima al cálculo del equipo de aire acondicionado.

Para obtener la capacidad comercial expresada en toneladas ( $Q_{ton}$ ), es indispensable hacer la conversión de la capacidad del equipo de aire acondicionado de Btu/h a Tonelada, debido a que en muchas ocasiones la capacidad expresada en Btu/h dificulta a los distribuidores ubicar el equipo que se seleccionó para climatizar un lugar.

### **3.9.1 Metodología para la determinación de la capacidad del equipo de aire acondicionado para la habitación 1 del hotel El dorado.**

Datos:

$$\sum Q_{ca} = 8977.37 \text{ Btu/h}$$

$$\text{Factor de seguridad (5\%)} = 0.05$$

**Cálculo de ganancia de calor calculada ( $Q_{total}$ ) expresada en Btu/h:**

$$Q_{ca} = (8977.37 \times 0.05)$$

$$FS = 448.9 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{total} = 8977.37 + 448.9$$

$$Q_{total} = 9426.2 \text{ Btu/h}$$

**Cálculo de la capacidad comercial expresada en Btu/h:**

$$Q_{total} = 9426.2 \text{ BTU/h}$$

$$Q_{com} = 12000 \text{ BTU/h}$$

**Cálculo de la capacidad comercial expresada en toneladas:**

Factor de conversión: 1 tonelada = 12000 Btu/h

$$Q_{total} = 9426.2 \text{ Btu/h}$$

$$Q_{ton} = 9426.2 / 12000$$

$$Q_{ton} = 0.78 \text{ toneladas}$$

Capacidad comercial próxima seleccionada del equipo de aire acondicionado calculado: 1 tonelada

### 3.10 COMPARACIÓN DE DEMANDA DE LOS EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO INSTALADOS Y PROPUESTOS

En la Tabla 10, se presentan para las diferentes áreas del hotel, los resultados de los cálculos de dimensionamiento de aires acondicionados (A.A) empleando la metodología detallada anteriormente. Se muestran también los datos de los equipos instalados y se comparan con las capacidades de los equipos propuestos. Es importante mencionar que se obtiene una reducción en la demanda de 11.29 KW, lo que representa aproximadamente un 26% de la demanda actual de los equipos instalados.

TABLA DE COMPARACIÓN DE KW ENTRE AIRES ACONDICIONADOS INSTALADOS Y PROPUESTOS CON BASE AL CÁLCULO					
Habitación	A.A instalado (Btu)	A.A instalado KW	A.A propuesto (Btu)	A.A propuesto KW	Diferencia KW instalado y propuesto
1	12000	1,22	12000	1,00	0,22
2	12000	1,22	12000	1,00	0,22
3	18000	1,85	12000	1,00	0,85
4					
5	12000	1,22	9000	0,96	0,26
6	18000	1,85	9000	0,96	0,89
7	24100	2,46	12000	1,00	1,46
8					
9					
10			12000	1,00	-1,00
11	12000	1,22	12000	1,00	0,22
12	12000	1,22	12000	1,00	0,22
13	12000	1,22	12000	1,00	0,22
14	12000	1,22	12000	1,00	0,22
15	12000	1,22	12000	1,00	0,22
16	12000	1,22	12000	1,00	0,22
17	12000	1,22	12000	1,00	0,22
18	12000	1,22	9000	0,96	0,26
19	12000	1,22	12000	1,00	0,22
20	12000	1,22	9000	0,96	0,26
21	12000	1,22	12000	1,00	0,22
22	12000	1,22	9000	0,96	0,26
23	18000	1,85	18000	1,26	0,59
24	18000	1,85	18000	1,26	0,59
25	18000	1,85	18000	1,26	0,59
26	18000	1,85	18000	1,26	0,59
27	12000	1,00	9000	0,96	0,04
Bar	77500	8,21	59500	5,90	2,31
Oficina	18000	1,85	9000	0,96	1,26
<b>TOTAL</b>		<b>42,92</b>		<b>31,63</b>	<b>11,29</b>

Tabla 10.- Comparación de los equipos de aire acondicionado instalados y propuestos.

## *-Capítulo IV-*

### *Evaluación técnica y económica de las medidas de ahorro*

En este capítulo se plantean las propuestas para la adquisición de equipos además de realizar la evaluación técnica y económica de las medidas de ahorro de energía.

Como un primer paso se realizaron cálculos para determinar la potencia requerida para la totalidad del hotel, en dos diferentes condiciones que contemplan, la demanda instalada (cálculo detallado en el Anexo K) y la demanda propuesta (cálculo detallado en el Anexo K.1), ambas tablas de cálculo se realizaron con el objetivo de poder precisar la cantidad de energía que se ahorraría con la instalación de equipos de aire acondicionado adecuadamente seleccionados por medio del cálculo dimensionamiento e iluminación adecuada para cada área del hotel.

El segundo paso fue determinar la capacidad del transformador usando la potencia calculada en el Anexo K.1 de demanda de las cargas propuestas para el inmueble, posterior a esto se calcula el consumo de energía de las cargas propuestas determinando de acuerdo al uso de cada área el tiempo aproximado del uso de los equipos instalados, se realizaron cuatro tablas en las cuales se calculan los consumos del hotel en su totalidad con cargas instaladas y propuestas, y el consumo de las cargas instaladas y propuestas de las áreas de mayor ocupación, esto con el fin de conocer el monto aproximado de pago en la facturación en cada uno de los cuatro casos.

Se procedió a realizar el presupuesto de los equipos propuestos (iluminación, aire acondicionado y refrigeración) y se determinó el tiempo de recuperación de la inversión, el cual no debe exceder los 3 años para que sea redituable para el propietario del inmueble.

#### 4.1 COMPARACIÓN DE DEMANDAS DE LAS CARGAS INSTALADAS Y PROPUESTAS

La Tabla 11, presenta un resumen de la demanda en KW de las cargas instaladas y de las cargas propuestas en las diferentes áreas del hotel, se calcula la diferencia de ambas demandas para obtener al final la cantidad de KW de ahorro que se tendría si se realizan las recomendaciones.

Los equipos empleados en estos cálculos se especifican en la sección 4.4.

Es importante señalar que se tiene una disminución de 14.03 KW en la demanda total del hotel, lo que representa un 18% de ahorro en la demanda total de los equipos instalados.

Lugar	DEMANDA INSTALADA EN EL HOTEL				DEMANDA PROPUESTA PARA EL HOTEL					Diferencia de KW entre demandas totales
	KW Aire A.	KW Alumbrado	KW otras cargas	KW total demanda instalada	Lugar	KW Aire A.	KW Alumbrado	KW otras cargas	KW total demanda instalada	
Hab 1	1,220	0,035	0,515	1,770	Hab 1	1,000	0,035	0,455	1,490	0,280
Hab 2	1,220	0,045	0,515	1,780	Hab 2	1,000	0,035	0,455	1,490	0,290
Hab 3	1,850	0,068	1,055	2,973	Hab 3	1,000	0,035	0,995	2,030	0,943
Hab 4		0,054	0,335	0,389	Hab 4		0,035	0,335	0,370	0,019
Hab 5	1,220	0,042	0,695	1,957	Hab 5	0,956	0,035	0,635	1,626	0,331
Hab 6	1,850	0,029	0,335	2,214	Hab 6	0,956	0,035	0,275	1,266	0,948
Hab 7	2,460	0,042	0,515	3,017	Hab 7	1,000	0,035	0,455	1,490	1,527
Hab 8		0,042	0,695	0,737	Hab 8		0,035	0,695	0,730	0,007
Hab 9		0,029	0,515	0,544	Hab 9		0,035	0,515	0,550	-0,006
Hab 10		0,055	0,695	0,750	Hab 10	1,000	0,035	0,635	1,670	-0,920
Hab 11	1,220	0,033	0,695	1,948	Hab 11	1,000	0,035	0,635	1,670	0,278
Hab 12	1,220	0,044	0,695	1,959	Hab 12	1,000	0,035	0,635	1,670	0,289
Hab 13	1,220	0,044	0,515	1,779	Hab 13	1,000	0,035	0,455	1,490	0,289
Hab 14	1,220	0,042	0,695	1,957	Hab 14	1,000	0,035	0,635	1,670	0,287
Hab 15	1,220	0,042	0,335	1,597	Hab 15	1,000	0,035	0,275	1,310	0,287
Hab 16	1,220	0,029	0,695	1,944	Hab 16	1,000	0,035	0,635	1,670	0,274
Hab 17	1,220	0,029	0,335	1,584	Hab 17	1,000	0,035	0,275	1,310	0,274
Hab 18	1,220	0,042	0,515	1,777	Hab 18	0,956	0,035	0,455	1,446	0,331
Hab 19	1,220	0,033	0,695	1,948	Hab 19	1,000	0,035	0,635	1,670	0,278
Hab 20	1,220	0,042	0,695	1,957	Hab 20	0,956	0,035	0,635	1,626	0,331
Hab 21	1,220	0,042	0,695	1,957	Hab 21	1,000	0,035	0,635	1,670	0,287
Hab 22	1,220	0,082	1,055	2,357	Hab 22	0,956	0,035	0,995	1,986	0,371
Hab 23	1,850	0,068	1,475	3,393	Hab 23	1,260	0,052	1,475	2,787	0,606
Hab 24	1,850	0,066	1,295	3,211	Hab 24	1,260	0,052	1,295	2,607	0,604
Hab 25	1,850	0,147	1,295	3,292	Hab 25	1,260	0,052	1,295	2,607	0,685
Hab 26	1,850	0,140	1,115	3,105	Hab 26	1,260	0,052	1,115	2,427	0,678
Hab 27	1,220	0,083	1,295	2,598	Hab 27	0,956	0,035	1,235	2,226	0,372
Bar	8,210	0,119	1,955	10,284	Bar	5,900	0,119	1,895	7,914	2,370
Oficina	1,850	0,110	2,195	4,155	Oficina	0,956	0,040	2,195	3,191	0,964
Estacionamiento		0,24		0,240	Estacionamiento		0,135		0,135	0,105
Recepción		0,219	4,935	5,154	Recepción		0,191	4,315	4,506	0,648
Lavandería		0,039	4,562	4,601	Lavandería		0,039	4,560	4,599	0,002
Pasillos		0,269	1,260	1,529	Pasillos		0,269	1,260	1,529	0,000
<b>TOTAL KW</b>				<b>80,457</b>					<b>66,428</b>	<b>14,029</b>

Tabla 11.- Comparación de KW de demanda instalada y propuesta.



## 4.2 CÁLCULO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR

El realizar el mantenimiento de las instalaciones eléctricas, permite observar el estado de las cargas, transformador, de los tableros de carga (fusibles), del cableado de distribución, lámparas, portalámparas, etc. Con el fin de realizar cambios en estos que permitan suministrar adecuadamente la energía en las cargas para que puedan desempeñar sus funciones.

Conocer la capacidad del transformador permite tener la flexibilidad de incluir o eliminar equipos en el inmueble, al realizar el cálculo para determinar la capacidad del transformador reduce el riesgo de sobre dimensionar o de que el equipo sea de una potencia menor a la necesaria, ya que esto repercute en la economía del propietario del inmueble, en la vida útil del transformador y en el desempeño de las cargas.

**Fórmula utilizada para calcular la capacidad del transformador:**

$$KVA = KW / FP \dots\dots\dots (15)$$

Al cociente de dividir la potencia real en watts o kilowatts, abreviado KW, entre el factor de potencia (FP) da como resultado la potencia aparente en volt-amperes, kilo volt-amperes o KVA.

**Cálculo de la capacidad del transformador para todo el hotel:**

Usando el valor total de Kw calculado en la Tabla 11 y suponiendo un factor de potencia de 0.9, se aplica la fórmula para determinar el valor de KVA o potencia aparente.

$$KVA = 66.4 \text{ KW} / 0.9$$

$$KVA_t = \frac{138.64 \text{ KW}}{0.9} = 73.81$$

El transformador calculado para suministrar los 66.4 Kw necesarios para el funcionamiento total del hotel es 73.81 KVA, sin embargo esta capacidad no se encuentra a disponibilidad, por lo cual se toma la capacidad próxima a la calculada siendo esta de **112.5 KVA** que es la que los distribuidores pueden proveer.

### 4.3 COMPARACIÓN DEL CONSUMO DE LAS CARGAS INSTALADAS Y PROPUESTAS

Para dar inicio a la evaluación económica se solicitó a la administración del hotel información acerca de la demanda ocupacional de las diferentes áreas del inmueble durante el periodo comprendido del 01 al 31 de Octubre de 2009.

Con los datos proporcionados se realizaron cálculos para la determinación del consumo de energía, considerando horarios de uso de las diferentes cargas.

A continuación se presenta la Tabla 12, que proporciona un resumen del consumo total del hotel con cargas instaladas y propuestas, es decir que englobe todas las áreas del hotel para la realización del cálculo.

**Tabla 12.-** Resumen del consumo de energía de cargas instaladas y propuestas para las diferentes áreas del hotel.

CONSUMO DE ENERGÍA CON CARGAS INSTALADAS							CONSUMO DE ENERGÍA CON CARGAS PROPUESTAS							Diferencia de KW-h totales
Lugar	KW Aire A.	Horas de uso	KW Aluminado	Horas de uso	KW otras cargas	Total KW-h instalado	Lugar	KW Aire A.	Horas de uso	KW Aluminado	Horas de uso	KW otras cargas	Total KW-h propuesto	
Hab 1	1.22	10	0.035	6	0.895	13.31	Hab 1	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.62
Hab 2	1.22	10	0.045	6	0.895	13.37	Hab 2	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.68
Hab 3	1.85	10	0.068	6	0.895	19.80	Hab 3	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	9.12
Hab 4	0.00		0.054	6	1.075	1.40	Hab 4			0.035	6	0.535	0.75	0.65
Hab 5	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 5	0.96	10	0.035	6	0.475	10.25	3.10
Hab 6	1.85	10	0.029	6	0.895	19.57	Hab 6	0.96	10	0.035	6	0.475	10.25	9.32
Hab 7	2.46	10	0.042	6	0.895	25.75	Hab 7	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	15.06
Hab 8			0.042	6	1.075	1.33	Hab 8			0.035	6	0.535	0.75	0.58
Hab 9			0.029	6	1.075	1.25	Hab 9			0.035	6	0.535	0.75	0.50
Hab 10			0.055	6	1.075	1.41	Hab 10	1.00	10	0.035	6	0.535	10.75	-9.34
Hab 11	1.22	10	0.033	6	0.895	13.29	Hab 11	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.61
Hab 12	1.22	10	0.044	6	0.895	13.36	Hab 12	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.67
Hab 13	1.22	10	0.044	6	0.895	13.36	Hab 13	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.67
Hab 14	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 14	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.66
Hab 15	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 15	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.66
Hab 16	1.22	10	0.029	6	0.895	13.27	Hab 16	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.58
Hab 17	1.22	10	0.029	6	0.895	13.27	Hab 17	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.58
Hab 18	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 18	0.96	10	0.035	6	0.475	10.25	3.10
Hab 19	1.22	10	0.033	6	0.895	13.29	Hab 19	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.61
Hab 20	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 20	0.96	10	0.035	6	0.475	10.25	3.10
Hab 21	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 21	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.66
Hab 22	1.22	10	0.082	6	0.895	13.59	Hab 22	0.96	10	0.035	6	0.475	10.25	3.34
Hab 23	1.85	10	0.068	6	1.315	20.22	Hab 23	1.26	10	0.052	6	1.315	14.23	6.00
Hab 24	1.85	10	0.066	6	1.315	20.21	Hab 24	1.26	10	0.052	6	1.315	14.23	5.98
Hab 25	1.85	10	0.147	6	1.315	20.70	Hab 25	1.26	10	0.052	6	1.315	14.23	6.47
Hab 26	1.85	10	0.14	6	1.315	20.66	Hab 26	1.26	10	0.052	6	1.315	14.23	6.43
Hab 27	1.22	10	0.083	6	0.895	13.59	Hab 27	0.96	10	0.035	6	0.535	10.31	3.29
Bar	8.21	7	0.119	7	0.515	58.82	Bar	5.90	7	0.119	7	0.095	42.23	16.59
Oficina	1.85	5	0.11	5	6.475	16.28	Oficina	0.96	5	0.046	5	6.475	11.46	4.82
Estacionamiento			0.24	5	0	1.20	Estacionamiento			0.135	5	0	0.68	0.53
Recepción			0.219	6	18.665	19.98	Recepción			0.191	6	17.5	18.67	1.31
Lavandería			0.039	1	6.604	6.64	Lavandería			0.039	1	6.6	6.64	0.00
Pasillos			0.269	9	0	2.42	Pasillos			0.269	9	0	2.42	0.00
<b>TOTAL</b>						<b>471.40</b>							<b>352.42</b>	<b>118.98</b>

En la Tabla 13, se presenta un resumen del cálculo del consumo de energía de las cargas instaladas y las propuestas de acuerdo a la demanda de ocupación del hotel, es decir únicamente para se tomaron en cuenta las áreas que se utilizaron con mayor regularidad en el mes de octubre de 2009 suponiendo el mismo número de horas de uso de las cargas.

**Tabla 13.-** Resumen del consumo de energía de cargas instaladas y propuestas de acuerdo a la demanda de ocupación del hotel.

CONSUMO DE ENERGÍA CON CARGAS INSTALADAS							CONSUMO DE ENERGÍA CON CARGAS PROPUESTAS							Diferencia de KW-h totales
Lugar	KW Aire A.	Horas de uso	KW Alumbrado	Horas de uso	KW otras cargas	Total KW-h instalado	Lugar	KW Aire A.	Horas de uso	KW Alumbrado	Horas de uso	KW otras cargas	Total KW-h propuesto	
Hab 1	1.22	10	0.035	6	0.895	13.31	Hab 1	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.62
Hab 2	1.22	10	0.045	6	0.895	13.37	Hab 2	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.68
Hab 3	1.85	10	0.068	6	0.895	19.80	Hab 3	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	9.12
Hab 4			0.054	6	1.075	1.40	Hab 4			0.035	6	0.535	0.75	0.65
Hab 5	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 5	0.96	10	0.035	6	0.475	10.25	3.10
Hab 6	1.85	10	0.029	6	0.895	19.57	Hab 6	0.96	10	0.035	6	0.475	10.25	9.32
Hab 7	2.46	10	0.042	6	0.895	25.75	Hab 7	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	15.06
Hab 8			0.042	6	1.075	1.33	Hab 8			0.035	6	0.535	0.75	0.58
Hab 9			0.029	6	1.075	1.25	Hab 9			0.035	6	0.535	0.75	0.50
Hab 10			0.055	6	1.075	1.41	Hab 10	1.00	10	0.035	6	0.535	10.75	-9.34
Hab 12	1.22	10	0.044	6	0.895	13.36	Hab 12	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.67
Hab 14	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 14	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.66
Hab 16	1.22	10	0.029	6	0.895	13.27	Hab 16	1.00	10	0.035	6	0.475	10.69	2.58
Hab 18	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 18	0.96	10	0.035	6	0.475	10.25	3.10
Hab 20	1.22	10	0.042	6	0.895	13.35	Hab 20	0.96	10	0.035	6	0.475	10.25	3.10
Bar	8.21	7	0.119	7	0.515	58.82	Bar	5.90	7	0.119	7	0.095	42.23	16.59
Oficina	1.85	5	0.11	5	6.475	16.28	Oficina	0.96	5	0.046	5	6.475	11.46	4.82
Estacionamiento			0.24	5	0	1.20	Estacionamiento			0.135	5	0	0.68	0.53
Recepción			0.219	6	18.665	19.98	Recepción			0.191	6	17.5	18.67	1.31
Lavandería			0.039	1	6.604	6.64	Lavandería			0.039	1	6.6	6.64	0.00
Pasillos			0.269	9	0	2.42	Pasillos			0.269	9	0	2.42	0.00
<b>TOTAL</b>						<b>282.52</b>							<b>210.84</b>	<b>71.68</b>

#### 4.3.1.- Conclusión de las Tablas resumen 12 y 13.

Considerando el precio de \$0.946 el kilowatt-h, dato obtenido en la factura del mes de octubre de 2009, y de acuerdo a la Tabla 12 el monto aproximado del consumo de las cargas instaladas en el periodo de 30 días es de \$13.378,19 y el de las cargas propuestas es de \$10.001,57.

La diferencia en la facturación entre las cargas reales y las cargas propuestas es de \$3.376,62 el cual se calcula de la siguiente manera:

**Cargas instaladas:**

$$(471,40 \times 30 \times 0,946) = \$13.378,19$$

**Cargas propuestas:**

$$(352,42 \times 30 \times 0,946) = \$10.001,57$$

**Ahorro:**

$$(\$13.357,76 - \$10.001,57) = \underline{\underline{\$3.376,62}}$$

Considerando el precio de 0.946 el kilowatt-h en el periodo de 30 días, se tiene que en la Tabla 13 el monto aproximado del consumo de las cargas instaladas es de \$8.017,95 y el monto de las cargas propuestas es de \$5.983,64.

La diferencia en la facturación entre las cargas reales y las cargas propuestas es de \$ 2.034,31 este monto se calcula de la siguiente manera:

**Cargas instaladas:**

$$(282,5 \times 30 \times 0,946) = \$8.017,95$$

**Cargas propuestas:**

$$(210,84 \times 30 \times 0,946) = \$5.983,64$$

**Ahorro:**

$$(\$7.997,5 - \$5.983,6) = \underline{\underline{\$2.034,31}}$$

Es importante mencionar que la reducción del monto de facturación se origina en su mayor parte por el cambio de los equipos instalados por los propuestos mediante los cálculos que se desarrollaron con anterioridad.

#### 4.4 DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO

Algo de vital importancia para la realización del presupuesto es definir propuestas que sean factibles para su implementación ya sea a corto o a largo plazo dependiendo de la disponibilidad de la propietaria, en este caso se plantearon las siguientes:

Propuesta 1.- Adquisición de equipos de aire acondicionado para 24 habitaciones del hotel, agregando el bar y la oficina, lámparas, aislante térmico, refrigerador, congelador y transformador.

Propuesta 2.- De acuerdo al porcentaje de ocupación: adquisición de equipos de aire acondicionado para 7 habitaciones del hotel, agregando el bar y la oficina; lámparas, aislante térmico, refrigerador, congelador y transformador.

Propuesta 3.- De acuerdo al porcentaje de ocupación: adquisición de equipos de aire acondicionado para 7 habitaciones del hotel, agregando el bar y la oficina; lámparas, refrigerador y congelador.

La propuesta seleccionada es la 3, debido a que el propietario puede solventar la inversión apoyándose en el programa de financiamiento del FIDE para la pronta adquisición de los productos.

Con base a las capacidades calculadas de los equipos se solicitaron presupuestos de los diferentes distribuidores de productos con sellos FIDE, en la Tabla 14 se detalla el presupuesto.

Tabla 14.- Desglose del presupuesto (propuesta 3).

<b>PRESUPUESTO DEL HOTEL "EL DORADO"</b>			
<b>Productos con sello FIDE</b>			
<b>MODELO</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO POR CANTIDAD</b>
Enfriador modelo: VR-12	11.800,00	1	11.800,00
Congelador modelo:CH-9	7.000,00	1	7.000,00
Minisplit 9000 Btu	4.717,95	5	23.589,75
Minisplit 12000 Btu	4.994,75	2	9.989,50
Lámpara tecno lite Modelo: PH-MSP, 13W	60,50	3	181,50
Lámpara tecno lite Modelo: PL-CIR ULTRA 22W	99,00	2	198,00
		<b>subtotal \$</b>	52.758,75
<b>Productos sin sello FIDE</b>			
Bases para lámpara 13W	7,00	2	14,00
Ventanas fijas en m <sup>2</sup>	800,00	13	10.400,00
		<b>subtotal \$</b>	10.414,00
		<b>TOTAL \$</b>	63.172,75

## 4.5 TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Considerando la propuesta 3 y los datos de la Tabla 13, se determina el tiempo de recuperación de la inversión que resulta del cambio de los equipos basándonos en el formato FIDE, Tabla 15.

Es importante mencionar que el tiempo de recuperación de la inversión de 2.6 años está dentro del intervalo de factibilidad establecido de 3 años.

**Tabla 15.-** Tiempo de recuperación de la inversión.

TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN					
<b>1.- MEDIDAS DE AHORRO SIN INVERSION:</b>					
Establecer plan de mantenimiento de cargas					
<b>2.- MEDIDAS DE AHORRO CON INVERSION:</b>				<b>IMPORTE ESTIMADO \$:</b>	
Refrigerador modelo: VR-12				11,800.00	
Congelador modelo:CH-9				7,000.00	
Minisplit Carrier 9000BTU				23,589.75	
Minisplit Carrier 12000BTU				9,989.50	
Lámpara Modelo: PH-MSP, 13W				181.50	
Lámpara Modelo: PL-CIR ULTRA 22W				198.00	
Bases para lampara 13w				14.00	
Ventanas fijas en m <sup>2</sup>				10,400.00	
<b>TOTAL</b>				<b>\$63,172.75</b>	
<b>3.- AHORROS ESTIMADOS QUE SE OBTENDRAN:</b>					
		<b>MENSUAL</b>		<b>ANUAL</b>	
		KWH	\$	KWH	\$
1.- CON MEDIDAS DE AHORRO CON INVERSIÓN		2,150.43	2,034.31	26,163.57	24,750.73
AHORRO ESTIMADO TOTAL		2,150.43	2,034.31	26,163.57	24,750.73
<b>TIEMPO ESTIMADO DE RECUPERACION DE LA INVERSION</b>					
INVERSION EN MEDIDAS DE AHORRO (\$) / AHORRO MENSUAL (\$) =		<b>31.1</b>	MESES / 12 =	<b>2.6</b>	AÑOS
	<b>ELABORO</b>		<b>USUARIO</b>		<b>FECHA</b>
<b>NOMBRE:</b>	Luisa Cristina Cámara de la Cruz		<b>NOMBRE:</b>	Aurora Song Lee	
<b>FIRMA</b>			<b>FIRMA</b>		27-Oct-09

# -Capítulo V-

## Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se encuentran detalladas las conclusiones y recomendaciones de los equipos seleccionados en base a los diferentes cálculos desarrollados a lo largo de este trabajo.

### 5.1 FACTURACIÓN

Como se menciona en anterior mente, en el mes de Agosto se instalaron los medidores de la CFE, además la propietaria realizó el cambio de tres de los equipos de aire acondicionado por equipos recomendados (Tabla 10) en las habitaciones 3, 7 y 5, cabe mencionar que se han seguido realizando cambios de equipos.

Algo muy importante es analizar la relación costo beneficio de los productos y los equipos de refrigeración ya que en algunos casos es recomendable dejar de emplear algunos o sustituirlos por nuevos, teniendo en cuenta esto, de los dos enfriadores que se tenían en funcionamiento en la recepción, únicamente se usa uno además del congelador, mismos que se recomendó sean cambiados por equipos más eficientes cuyas características se detallan más adelante en este capítulo.

En la Tabla 16, se observan los datos de la facturación posteriores al mes de Agosto, con lo cual es posible determinar si la tendencia que se pronosticó para los meses posteriores a Agosto se cumple.

**Tabla 16.-** Datos obtenidos de la facturación.

Mes	Año	Demanda KW	Consumo KW-h	FP (%)	FC (%)	Facturación
Nov-08	2008	17	2240	85,48	17	6,776.00
Dic-08	2008	0	3280	90,73	0	5,018.83
Ene-09	2009	34	1200	64,02	4	10,136.29
Feb-09	2009	9	1520	47,52	23	3,710.43
Mar-09	2009	12	1440	78,94	18	3,957.72
Abr-09	2009	12	2080	83,7	25	4,362.17
May-09	2009	31	3440	86,45	14	10,096.38
Jun-09	2009	25	3040	89,44	18	7,201.34
Jul-09	2009	24	3760	92,71	20	8,342.93
Ago-09	2009	35	4880	90,88	20	10,737.00
Sep-09	2009	26	4000	92,2	21	8,823.16
Oct-09	2009	16	3200	88,54	26	6,352.30
Nov-09	2009	18	2480	90,02	19,8	5,756.00
Dic-09	2009	15	2000	91,53	19	4,981.29

En la Figura 22, se puede ver el comportamiento de los datos recopilados de la facturación en los meses posteriores a Agosto, con lo cual se tiene que debido al cambio de los equipos, la demanda, el consumo, así como el monto de la facturación se ve reducido.

Ya que los equipos que se instalaron cuentan con el sello FIDE esto garantiza la eficiencia y el ahorro de energía, por lo que el factor de potencia muestra una tendencia a aumentar en los meses próximos a septiembre.

Con base a este nuevo análisis se puede concluir que las tendencias mejoraran y que se mantendrán los costos aproximados a los calculados en 4.3.

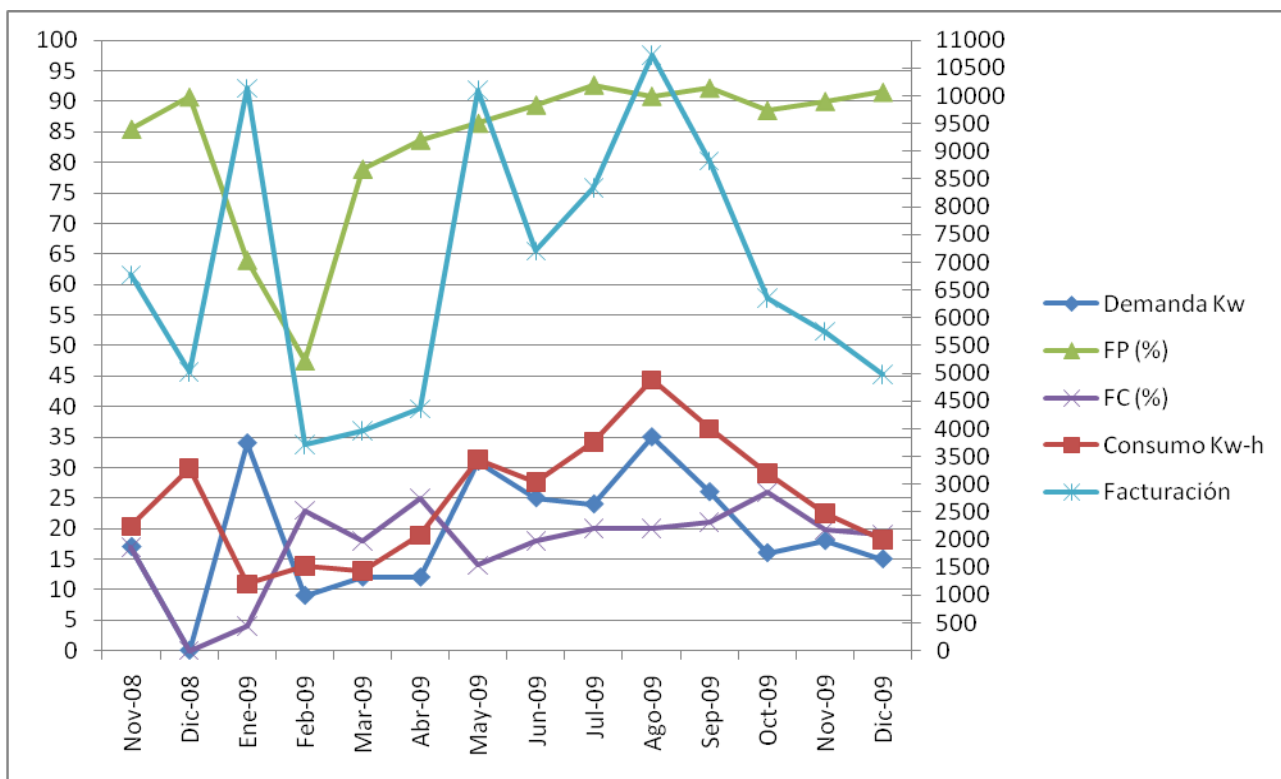


Figura 22.- Gráfica de los datos de la facturación.

## 5.2 SISTEMA DE ALUMBRADO

Conforme a los datos de la Tabla 2 se tiene:

- Suma total de cargas de alumbrado instalado: **2445 W**
- Suma total de cargas de alumbrado propuesto: **1806 W**

La diferencia entre las cargas de alumbrado instaladas y propuestas es de: 639 W.



#### Tipo de alumbrado recomendado:

1. Lámpara tecno lite Modelo: PH-MSP, 13 W para baños y pasillos.
2. Lámpara Osram Modelo: PL-CIR ULTRA 22 W para interior de habitaciones.

#### Recomendaciones generales:

1. Debido a que la instalación eléctrica es antigua se recomendó el cambio de esta, de ser realizado el cambio se sugiere que se realice un bosquejo o plano que represente la distribución de las cargas por fases.
2. Establecer plan de mantenimiento de las cargas e instalaciones.

### **5.3 SISTEMA DE AIRES ACONDICIONADOS**

Con base a los datos de la Tabla 10 se tiene:

- Suma total de las cargas de aires acondicionados instalados:**42.92 KW**
- Suma total de las cargas de aires acondicionados propuestos por calculo:**31.63 KW**

La diferencia entre las cargas de aires acondicionados instalados y propuestos es de: **11.29 KW.**

#### Tipo de aires acondicionados recomendados:

1. Para habitaciones 5, 6, 18, 20, 22, 27 y Oficina; Aires acondicionados tipo minisplit 9000 Btu,  $\frac{3}{4}$  ton, marca Carrier Alfa.
2. Para habitaciones 1,2, 3, 7, de la 10 a la 17, 19, 21, 2 en el Bar; Aire acondicionado tipo minisplit 12000 Btu, 1 Ton, marca Carrier Alfa.
3. Para habitaciones 23, 24, 25 y 26; Aires acondicionados tipo minisplit 18000 Btu, 1  $\frac{1}{2}$  ton marca Carrier Alfa.

#### Recomendaciones generales:

1. Uso de aislante silicón para sellar el contorno del equipo de aire acondicionado.
2. Sellar las ventanillas de medidas 1.24 x 0.15m ubicadas en las habitaciones para impedir la fuga de aire acondicionado.
3. Cambio de ventanas tipo persiana por ventanas fijas que impidan la fuga de aire acondicionado.
4. Establecer plan de mantenimiento de las cargas.

## **5.4 TRANSFORMADOR Ó SUBESTACIÓN**

Se seleccionó el transformador de 112.5 KVA de capacidad marca PROLEC que se cambiara de acuerdo a la posibilidad de la propietaria.

## **5.5 AISLANTE TÉRMICO**

Se recomendó la aplicación de 1600 m<sup>3</sup> de aislante térmico TERMOCERT para todo el techo del hotel, debido a que de acuerdo con el fabricante un espesor de 5 cm reduciría la temperatura en el interior de la edificación en 8 °C, la aplicación de este aislante se realizará de acuerdo a la posibilidad de la propietaria.

## **5.6 PRESUPUESTO**

Se seleccionó la propuesta número 3 que básicamente consiste en cambiar los equipos instalados por los propuestos en las áreas de mayor requerimiento o demanda de ocupación, de manera que generen ingresos por el uso de la habitación y ahorros en cuanto a la energía

## **5.7 PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

El tiempo de recuperación de 2.6 años se encuentra dentro del intervalo de factibilidad establecido de 3 años, por lo cual se recomienda la implementación de los cambios de los equipos instalados por los recomendados.

## - Conclusión -

Este trabajo de tesis me brindo la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera.

Considero que se cumplió el objetivo del trabajo que era reducir la facturación del hotel mediante el cambio de los equipos instalados por los equipos propuestos, como resultado de las recomendaciones se logró un ahorro en la facturación de aproximadamente \$3.376,62 para la totalidad del hotel y aproximadamente \$ 2.034.31 para las áreas de mayor ocupación.

Implementando nueva tecnología y haciendo un buen uso de la energía en las áreas de mayor impacto como son los equipos de aire acondicionado, alumbrado, área térmica (aislantes) y refrigeración, se logra mejorar la economía del usuario, el nivel de confort y eficiencia de las instalaciones. Proponiendo equipos y aislantes con el sello FIDE permite generar ahorro debido a la eficiencia con la cual operan.

Creo que las expectativas que generó en mi este trabajo de tesis se vieron cumplidas debido a que reafirmaron mi confianza y responsabilidad, además de proporcionarme la experiencia de hacer un trabajo que responde a una necesidad real de la sociedad, el cual me permitirá desarrollarme en un campo de gran demanda laboral, ya que en la actualidad se busca que los edificios hagan uso eficiente de la energía y reduzcan su facturación.

Creo que la carrera de Ingeniería en Sistemas de Energía me proporcionó las bases y herramientas necesarias para mi desarrollo profesional, sin embargo está en mí como profesionalista tener la iniciativa para aplicar lo que he aprendido a lo largo de mi carrera.

*A través de las edades, el éxito ha sido de aquellos que perciben las necesidades públicas y saben satisfacerlas. Siller*

# -Bibliografía-

Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales (NOM – 008 – ENER – 2001).

Acondicionamiento de aire Principios y Sistemas, Autor: Edward G. Pita, Editorial: CECOSA, 1999.

## **Páginas de internet:**

<http://www.cfe.gob.mx/negocio/conocetarifa/Paginas/Tarifas.aspx>

[http://www.tutiempo.net/clima/Chetumal\\_Q\\_Roo/2009/767500.htm](http://www.tutiempo.net/clima/Chetumal_Q_Roo/2009/767500.htm)

<http://www.fide.org.mx/>

## -Anexos.-

En este anexo se encuentran los formatos FIDE para el censo de cargas, además se detallan las hojas de cálculo de las componentes que generan ganancia de calor descritas en el Capítulo 3, así como también una hoja de cálculo del resumen de estas componentes para todas las áreas del hotel, las hojas de cálculo de las demandas instaladas y las propuestas descritas en el Capítulo 4.1, las hojas de cálculo de el consumo de energía de todo el hotel, con cargas instaladas y propuestas, las hojas de cálculo de el consumo de energía de las áreas con mayor demanda de ocupación con cargas instaladas y propuestas, descritas en el Capítulo 4.3, y algunos de los presupuestos solicitados a los diferentes proveedores de los equipos.

Es importante mencionar que en las tablas del Anexo D, D.1, D.2 y Anexo H se eliminan los cálculos de algunas de los lugares debido a que no cuentan con ventanas en las diferentes orientaciones con lo cual no se genera ganancia de calor por ventanas y por radiación.

A continuación se muestran los formatos FIDE utilizados para el levantamiento del inmueble:

### Anexo A 1.1

#### IV.- EQUIPO

* AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 1</b>					
Marca: LG Gold; modelo reciente digital					
BIEN LOCALIZADO					X
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO	X				
ESTADO DEL EVAPORADOR		X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold; modelo reciente digital. *2 interruptores de 15 amperes; 2x15A *Ubicado dentro de el área de la ventana, gabinete expuesto al sol. *Capacidad: 12,000 Btu/h. Consumo: 1.22 Kw				
<b>IV.- EQUIPO</b>					
* AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 2</b>					
Marca: LG Gold; modelo reciente no digital					
BIEN LOCALIZADO					X
MANTENIMIENTO		X			
LIMPIEZA DE FILTROS		X			
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO	X				
ESTADO DEL EVAPORADOR		X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold; modelo reciente digital. *1 interruptor de 50 amperes; 1x50A *Ubicado dentro de el área de la ventana, gabinete expuesto al sol. *Capacidad: 12,000 Btu/h. Consumo: 1.22 Kw				

## Anexo A 1.2

<b>IV.- EQUIPO</b>						
*AIRE ACONDICIONADO		BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 3</b>						
Marca: LG Gold; modelo reciente digital						
BIEN LOCALIZADO						X
MANTENIMIENTO				X		
LIMPIEZA DE FILTROS				X		
HAY FUGAS DE AIRE					X	
ESTADO DEL TERMOSTATO		X				
ESTADO DEL EVAPORADOR			X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold; modelo reciente digital.					
	*Conexión dierecta sin interruptor.					
	*Ubicado dentro de el area de la ventana, gabinete expuesto al sol.					
	*PLACA DE DATOS:					
	Modelo: LWC183MSMM1	Capacidad: 18,000 BTU/h Consumo:1.850 Kw	Fase: 1Ø Voltaje: 120 V Frecuencia:60 Hz			
<b>IV.- EQUIPO</b>						
* AIRE ACONDICIONADO		BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 5</b>						
Marca: LG Gold; modelo reciente digital						
BIEN LOCALIZADO						X
MANTENIMIENTO				X		
LIMPIEZA DE FILTROS				X		
HAY FUGAS DE AIRE					X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X			
ESTADO DEL EVAPORADOR				X		
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold; modelo reciente digital.					
	*2 interruptores de 20 amperes; 2x20A					
	*Ubicado a 5 cm. de la ventana					
	*PLACA DE DATOS:					
	Modelo:	Capacidad: 12,000 BTU/h Consumo:1.220 Kw	Fase: Voltaje: 115 V Frecuencia:60 Hz			
<b>IV.- EQUIPO</b>						
*AIRE ACONDICIONADO		BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 6</b>						
Marca: LG Gold; modelo antiguo						
BIEN LOCALIZADO						X
MANTENIMIENTO				X		
LIMPIEZA DE FILTROS				X		
HAY FUGAS DE AIRE					X	
ESTADO DEL TERMOSTATO		X				
ESTADO DEL EVAPORADOR			X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold Star; modelo antiguo digital.					
	*1 interruptor de 20 amperes; 1x20A					
	*PLACA DE DATOS:					
		Modelo:	Capacidad: 18,000 BTU/h Consumo:1.850 Kw	Fase: Voltaje: 220 V Frecuencia:60 Hz		

### Anexo A 1.3

IV.- EQUIPO						
* AIRE ACONDICIONADO		BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 7</b>						
Marca: LG Gold; modelo antiguo						
BIEN LOCALIZADO						x
MANTENIMIENTO				X		
LIMPIEZA DE FILTROS				X		
HAY FUGAS DE AIRE					X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X			
ESTADO DEL EVAPORADOR			X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG ; modelo antiguo.					
	*interruptores de amperes; A					
	*Ubicado dentro de el área de la ventana, gabinete expuesto al sol.					
	*PLACA DE DATOS:					
	Modelo: GA-2422FC	Capacidad: 24,100 BTU/h Consumo:2.460 Kw	Fase: Voltaje: 220 V Frecuencia:60 Hz			
IV.- EQUIPO						
* AIRE ACONDICIONADO		BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 11</b>						
Marca: LG Gold; modelo reciente no digital						
BIEN LOCALIZADO					X	
MANTENIMIENTO				X		
LIMPIEZA DE FILTROS				X		
HAY FUGAS DE AIRE					X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X			
ESTADO DEL EVAPORADOR			X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold; modelo reciente digital.					
	*2 interruptor de 15 amperes; 2x15A puenteados para encender.					
	*Ubicado dentro de el área de la ventana, gabinete expuesto al sol.					
	*12000 Btu/h Consumo: 1.22 Kw					
IV.- EQUIPO						
* AIRE ACONDICIONADO		BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 12</b>						
Marca: LG Gold; modelo antiguo						
BIEN LOCALIZADO					X	
MANTENIMIENTO				X		
LIMPIEZA DE FILTROS				X		
HAY FUGAS DE AIRE					X	
ESTADO DEL TERMOSTATO		X				
ESTADO DEL EVAPORADOR			X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold.					
	*1 interruptor de 15 amperes; 1X15A.					
	*Ubicado dentro de el area de la ventana, gabinete expuesto al sol.					
	*PLACA DE DATOS:					
	Modelo: W121CMSC2	Capacidad: 12,000 BTU/h Consumo:1.220 Kw	Fase: 1Ø Voltaje: 115V Frecuencia:60 Hz			

**Anexo A 1.4**

<b>IV.- EQUIPO</b>					
* AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 13</b>					
Marca: Gold Star; modelo antiguo					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X		
ESTADO DEL EVAPORADOR			X		
<b>NOTAS:</b>	* Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: Gold Star; modelo antiguo				
	* 2 interruptores de 20 amperes; 2x20A				
	* Tarda en encender el termostato				
	Capacidad: 12,000 Btu/h, 1.22 Kw				
<b>IV.- EQUIPO</b>					
* AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 14</b>					
Marca: LG, modelo reciente no digital					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO		X			
ESTADO DEL EVAPORADOR		X			
<b>NOTAS:</b>	* Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold.				
	* 1 interruptor de 15 amperes; 1x15A.				
	* PLACA DE DATOS:				
		Capacidad: 12,000 BTU/h Consumo: 1.22 Kw	Fase:		
		Voltaje: 115V			
		Frecuencia: 60 Hz			
<b>IV.- EQUIPO</b>					
* AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 15</b>					
Marca: LG Gold; modelo reciente no digital					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO		X			
ESTADO DEL EVAPORADOR		X			
<b>NOTAS:</b>	* Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold; modelo reciente digital.				
	* 1 interruptor de 15 amperes; 1x15A				
	* Capacidad: 12,000 Btu/h. Consumo: 1.22 Kw				



**Anexo A 1.5**

**IV.- EQUIPOS**

*AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACION NÚMERO 16</b>					
Marca: LG Gold; modelo reciente digital					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO	X				
ESTADO DEL EVAPORADOR		X			

**NOTAS:**

\*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold; modelo reciente digital.

\*1 interruptor de 30 amperes; 1x30A, instalado al revés.

Capacidad: 12,000 Btu/h

Consumo: 1,220 KW

**IV.- EQUIPO**

*AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACION 17</b>					
Marca: LG Gold, modelo reciente no digital.					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO		X			
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO	X				
ESTADO DEL EVAPORADOR		X			

**NOTAS:**

\*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold, modelo reciente no digital.

\*1 interruptor de 15 amperes; 1X15A.

\*PLACA DE DATOS:

Modelo: WI22CATSCO	Capacidad: 12,000 BTU/h	Fase: 1Ø			
	Consumo: 1.220 Kw	Voltaje: 220V			
		Frecuencia: 60 Hz			

**IV.- EQUIPO**

*AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACION 18</b>					
Marca: Gold Star; modelo antiguo					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X		
ESTADO DEL EVAPORADOR			X		

**NOTAS:**

\*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold; modelo antiguo.

\*1 interruptor de 15 amperes; 1x15A, instalado al revés.

\*Capacidad: 12,000 Btu/h. Consumo: 1.22 Kw

**Anexo A 1.6**

<b>IV.- EQUIPO</b>						
<b>* AIRE ACONDICIONADO</b>		<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>HABITACIÓN 19</b>						
Marca: Gold Star; modelo antiguo						
BIEN LOCALIZADO					X	
MANTENIMIENTO				X		
LIMPIEZA DE FILTROS				X		
HAY FUGAS DE AIRE					X	
ESTADO DEL TERMOSTATO				X		
ESTADO DEL EVAPORADOR				X		
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold; modelo antiguo.					
	*1 interruptor de 20 amperes; 1x20A, instalado al revés.					
	*Capacidad: 12,000 Btu/h. Consumo: 1.22 Kw					
<b>IV.- EQUIPOS ELECTRICOS PRINCIPALES</b>						
<b>* AIRE ACONDICIONADO</b>		<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>HABITACIÓN NÚMERO 20</b>						
Marca: Gold Star, modelo reciente no digital.						
BIEN LOCALIZADO					X	
MANTENIMIENTO				X		
LIMPIEZA DE FILTROS				X		
HAY FUGAS DE AIRE					X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X			
ESTADO DEL EVAPORADOR			X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold, modelo reciente no digital.					
	*1 interruptor de 15 amperes; 1X15A.					
	*Ubicado					
	*PLACA DE DATOS:					
	Modelo: GA-122A	Capacidad: 12,000 BTU/h Consumo: 1,220 KW	Fase:			
		Voltaje: 115V				
		Frecuencia: 60 Hz				
<b>IV.- EQUIPO</b>						
<b>* AIRE ACONDICIONADO</b>		<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>HABITACIÓN 21</b>						
Marca: Gold Star, modelo reciente no digital.						
BIEN LOCALIZADO						X
MANTENIMIENTO				X		
LIMPIEZA DE FILTROS				X		
HAY FUGAS DE AIRE					X	
ESTADO DEL TERMOSTATO				X		
ESTADO DEL EVAPORADOR				X		
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold, modelo reciente no digital.					
	*1 interruptor de 20 amperes; 1X20A.					
	*PLACA DE DATOS:					
	Modelo: AS246L2C1	Capacidad: 12,000 BTU/h Consumo: 1.220 Kw	Fase:			
			Voltaje: 220V			
		Frecuencia: 60 Hz				

**Anexo A 1.7**

IV.- EQUIPO					
*AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACION NÚMERO 22</b>					
Marca: Freyven; modelo reciente no digital					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO		X			
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO	X				
ESTADO DEL EVAPORADOR		X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: Freyven; modelo reciente no digital.				
	*1 interruptor de 20 amperes; 1x20A				
	Capacidad: 12,000 Btu/h		Consumo: 1,220 KW		

IV.- EQUIPO					
*AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACION 23</b>					
Marca: Gold Star , modelo antiguo.					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X		
ESTADO DEL EVAPORADOR			X		
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: LG Gold, modelo reciente no digital.				
	*1 interruptor de 20 amperes; 1X20A.				
	*PLACA DE DATOS:				
	Modelo: AS246L2C1	Capacidad: 18,000 BTU/h Consumo: 1.850 Kw	Fase:		
		Voltaje: 220V			
		Frecuencia: 60 Hz			

IV.- EQUIPO					
*AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACION 24</b>					
Marca: LG ; modelo reciente digital					
BIEN LOCALIZADO					X
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO		X			
ESTADO DEL EVAPORADOR		X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: Freyven; modelo antiguo				
	*1 interruptor de 30 amperes; 1x30A				
	*Tarda en encender el termostato				
	Capacidad: 18,000 Btu/h		Consumo: 1.850 Kw		

Anexo A 1.8

IV.- EQUIPO

*AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 25</b>					
Marca: ; modelo antiguo					
BIEN LOCALIZADO					X
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X		
ESTADO DEL EVAPORADOR			X		
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: Freyven; modelo antiguo *1 interruptor de 30 amperes; 1x30A *Tarda en encender el termostato Capacidad: 18,000 Btu/h Consumo: 1.850 Kw				

IV.- EQUIPO

*AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 26</b>					
Marca: Gold Star; modelo antiguo					
BIEN LOCALIZADO					X
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X		
ESTADO DEL EVAPORADOR			X		
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: Freyven; modelo antiguo *1 interruptor de 30 amperes; 1x30A *Tarda en encender el termostato Capacidad: 18,000 Btu/h Consumo: 1.850 Kw				

IV.- EQUIPO

*AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
<b>HABITACIÓN 27</b>					
Marca: LG Gold; modelo antiguo					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO		X			
LIMPIEZA DE FILTROS		X			
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO	X				
ESTADO DEL EVAPORADOR		X			
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: Freyven; modelo antiguo *1 interruptor de 30 amperes; 1x30A *Tarda en encender el termostato Capacidad: 18,000 Btu/h Consumo: 1.850 Kw				

### Anexo A 1.9

IV.- EQUIPO					
* AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
BAR					
Marca: LG Gold; modelo reciente digital					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO			X		
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X		
ESTADO DEL EVAPORADOR			X		
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo Mini Split, Marca: TOSHIBA; modelo reciente digital.				
	*conexión directa sin interruptor.				
	*Ubicado dentro de el area de tragaluces, gabinete expuesto al sol.				
	<b>*PLACA DE DATOS:</b>				
	Capacidad: 24,000 BTU/h	Fase: 1Ø			
	Consumo: 2460w	Voltaje: 220V			
	Modelo: RAV-717KE28D(W)	Frecuencia: 60 Hz			
IV.- EQUIPO					
* AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
BAR					
Marca: Gold Star; modelo antiguo					
BIEN LOCALIZADO				X	
MANTENIMIENTO		X	X		
LIMPIEZA DE FILTROS		X	X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO			X		
ESTADO DEL EVAPORADOR			X		
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo ventana, Marca: Gold Star; modelo antiguo				
	* interruptor de amperes; A				
	*Ubicado junto a traga luces, gabinete expuesto al sol				
	*Capacidad: 18,000 Btu/h Consumo: 1.850 Kw				
IV.- EQUIPO					
* AIRE ACONDICIONADO	BUENO	REGULAR	MALO	SI	NO
BAR					
Marca: LG Gold; modelo reciente digital					
BIEN LOCALIZADO					X
MANTENIMIENTO		X			
LIMPIEZA DE FILTROS			X		
HAY FUGAS DE AIRE				X	
ESTADO DEL TERMOSTATO	X				
ESTADO DEL EVAPORADOR	X				
<b>NOTAS:</b>	*Aire acondicionado: Tipo Mini Split, Marca: LG; modelo reciente digital.				
	*conexión directa sin interruptor.				
	*Ubicado dentro de el area de tragaluces, gabinete expuesto al sol.				
	<b>*PLACA DE DATOS:</b>				
	Capacidad: 35,500 BTU/h	Fase: 1Ø			
	Consumo: 3.900 Kw	Voltaje: 220V			
	Modelo: LSN3621AL	Frecuencia: 60 Hz			

**Anexo B.-** Hoja de cálculo de ganancia de calor por techumbre de la planta baja del inmueble.

<b>GANANCIA DE CALOR POR TECHUMBRE</b>									
<b>PLANTA BAJA</b>									
Lugar	Área de techumbre en m <sup>2</sup>	Ti= °K	Tt= temperatura del techo según norma °K	DT= diferencia de temperatura	Kj=coeficiente global de transferencia de calor W/m <sup>2</sup> -°K	L2/k2	L4/k4	Q <sub>kw</sub> =carga térmica conducción KW	Qt= Btu/h
Hab 24	29,64	298.15	318.15	0	3,70	0,03	0,24	0,00	0,0
Hab 25	28,87	298.15	318.15	0	3,70	0,03	0,24	0,00	0,0
Hab 26	29,16	298.15	318.15	0	3,70	0,03	0,24	0,00	0,0
Bar	53,66	298.15	318.15	0	3,70	0,03	0,24	0,00	0,0
Oficina	23,49	298.15	318.15	0	3,70	0,03	0,24	0,00	0,0

**Anexo B.1.-** Hoja de cálculo de ganancia de calor por techumbre de la planta alta del inmueble.

<b>GANANCIA DE CALOR POR TECHUMBRE</b>										
<b>PLANTA ALTA</b>										
Lugar	Área de techumbre en m <sup>2</sup>	Ti= °K	Tt= temperatura del techo según norma °K	DT= diferencia de temperatura	Kj=coeficiente global de transferencia de calor W/m <sup>2</sup> -°K	R2= L2/k2	R3= L3/k3	R4= L4/k4	Q <sub>kw</sub> =carga térmica conducción KW	Qt= Btu/h
Hab 1	12,41	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,64	2170,0
Hab 2	14,51	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,74	2537,0
Hab 3	17,75	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,91	3104,8
Hab 4	10,67	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,55	1866,3
Hab 5	10,67	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,55	1866,3
Hab 6	12,48	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,64	2182,5
Hab 7	19,84	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	1,02	3470,2
Hab 8	12,88	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,66	2252,2

Hab 9	14,11	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,72	2467,8
Hab 10	13,02	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,67	2276,7
Hab 11	13,96	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,72	2441,2
Hab 12	14,84	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,76	2595,1
Hab 13	14,88	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,76	2602,1
Hab 14	14,80	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,76	2588,1
Hab 15	14,80	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,76	2588,1
Hab 16	14,95	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,77	2614,3
Hab 17	15,09	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,77	2638,1
Hab 18	15,12	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,78	2644,8
Hab 19	14,00	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,72	2448,2
Hab 20	13,88	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,71	2427,2
Hab 21	13,96	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,72	2441,2
Hab 22	9,44	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,48	1650,4
Hab 23	34,10	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	1,75	5962,6
Hab 27	14,27	298.15	318.15	20	2,56	0,03	0,12	0,24	0,73	2495,0

**Anexo C.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por muro Norte.**

<b>GANANCIA DE CALOR POR MURO NORTE</b>									
Lugar	Área del muro m <sup>2</sup>	Ti= °K	Tm= temperatura del muro Norte según norma °K	DT= diferencia de temperatura	Kj=coeficiente global de transferencia de calor W/m-°K	L1/K1	L2/K2	Q <sub>kw</sub> =carga térmica conducción KW	Qm= Btu/h
1	9,11	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,25	846,812
3	7,40	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,20	687,837
4	8,99	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,25	835,661
5	6,94	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,19	645,606
6	8,00	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,22	744,205
17	10,01	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,27	931,358
22	5,29	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,14	491,617
24	6,49	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,18	603,742
25	6,47	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,18	601,301
26	6,30	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,17	586,067
27	5,53	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,15	514,346
Oficina	10,8756	298,15	304,15	6	4,55	0,15	0,07	0,30	1011,431

**Anexo C.1.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por muro Sur.**

<b>GANANCIA DE CALOR POR MURO SUR</b>									
Lugar	Área del muro m <sup>2</sup>	Ti= °K	Tm= temperatura del muro Sur según norma °K	DT= diferencia de temperatura	Kj=coeficiente global de transferencia de calor W/m <sup>2</sup> -°K	L1/K1	L2/K2	Q <sub>kw</sub> =carga térmica conducción KW	Qm= Btu/h
2	10,36	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,330	1124,869
7	6,81	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,217	739,374
8	3,03	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,097	329,116
9	2,55	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,081	276,463
10	2,54	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,081	275,583
11	5,37	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,171	583,141
21	5,25	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,167	570,108
24	3,80	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,121	412,723
25	2,17	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,069	235,442
26	6,20	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,197	673,079
Oficina	3,4568	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,110	375,438

**Anexo C.2.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por muro Este.**

<b>GANANCIA DE CALOR POR MURO ESTE</b>									
Lugar	Área del muro m <sup>2</sup>	Ti= °K	Tm= temperatura del muro Este según norma °K	DT= diferencia de temperatura	Kj=coeficiente global de transferencia de calor W/m <sup>2</sup> -°K	L1/K1	L2/K2	Q <sub>kw</sub> =carga térmica conducción KW	Qm= Btu/h
1	4,59	298,15	307,15	9	4,55	0,15	0,07	0,188	640,263
2	4,86	298,15	307,15	9	4,55	0,15	0,07	0,199	677,342
4	6,28	298,15	307,15	9	4,55	0,15	0,07	0,257	875,600
10	7,53	298,15	307,15	9	4,55	0,15	0,07	0,308	1050,826
24	27,25	298,15	307,15	9	4,55	0,15	0,07	1,115	3800,733
25	26,54	298,15	307,15	9	4,55	0,15	0,07	1,086	3701,716
26	27,35	298,15	307,15	9	4,55	0,15	0,07	1,119	3815,967



**Anexo C.3.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por muro Oeste.**

<b>GANANCIA DE CALOR POR MURO OESTE</b>									
Lugar	Área del muro m <sup>2</sup>	Ti= °K	Tm= temperatura del muro Oeste según norma °K	DT= diferencia de temperatura	Kj=coeficiente global de transferencia de calor W/m <sup>2</sup> -°K	L1/K1	L2/K2	Q <sub>kw</sub> =carga térmica conducción KW	Qm= Btu/h
11	8,17	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,260	886,467
12	8,67	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,276	940,695
13	8,76	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,279	949,983
14	8,67	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,276	940,695
15	8,67	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,276	940,999
16	8,73	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,278	947,205
17	3,66	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,117	397,598
21	2,68	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,085	290,444
Oficina	11,5895	298,15	305,15	7	4,55	0,15	0,07	0,369	1257,461

**Anexo D.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por ventana Norte.**

<b>GANANCIA DE CALOR POR VENTANA NORTE</b>									
Lugar	Área del muro m <sup>2</sup>	Ti= °K	Tv= temperatura de ventana Norte según norma °K	DT=diferencia de temperatura	Kj=coeficiente global de transferencia de calor W/m <sup>2</sup> -°K	L/K5	Q <sub>kw</sub> =carga térmica conducción KW	Qv= Btu/h	
					ventana sencilla				
Hab 3	2,19	298.15	300.15	2	18,52	0,054	0,08	276,6	
Hab 27	2,18	298.15	300.15	2	18,52	0,054	0,08	274,7	

**Anexo D.1.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por ventana Sur.**

<b>GANANCIA DE CALOR POR VENTANA SUR</b>									
Lugar	Área del muro m <sup>2</sup>	Ti= °K	Tv= temperatura de ventana Norte según norma °K	DT=diferencia de temperatura	Kj=coeficiente global de transferencia de calor W/m <sup>2</sup> -°K	L/K5	Q <sub>kw</sub> =carga térmica conducción KW	Qv= Btu/h	
Hab 7	3,20	298.15	302.15	4	18,52	0,054	0,24	807,13	
Hab 8	3,95	298.15	302.15	4	18,52	0,054	0,29	997,24	

Hab 9	3,52	298.15	302.15	4	18,52	0,054	0,26	890,06
Hab 10	4,05	298.15	302.15	4	18,52	0,054	0,30	1023,00
Hab 11	3,88	298.15	302.15	4	18,52	0,054	0,29	980,26
Hab 21	4,87	298.15	302.15	4	18,52	0,054	0,36	1230,33

**Anexo D.2.-** Hoja de cálculo de ganancia de calor por ventana Este. (Para el muro Oeste no hay carga).

<b>GANANCIA DE CALOR POR VENTANA ESTE</b>								
Lugar	Área del muro m <sup>2</sup>	Ti= °K	Tv= temperatura de ventana Norte según norma °K	DT=diferencia de temperatura	Kj=coeficiente global de transferencia de calor W/m <sup>2</sup> -°K	L/K5	Q <sub>kkw</sub> =carga térmica conducción KW	Qv= Btu/h
Hab 1	3,04	298.15	301.15	3	18,52	0,054	0,17	576,46
Hab 2	3,19	298.15	301.15	3	18,52	0,054	0,18	604,31
Hab 4	2,94	298.15	301.15	3	18,52	0,054	0,16	557,63
Hab 10	2,89	298.15	301.15	3	18,52	0,054	0,16	547,65

**Anexo E.-** Hoja de cálculo de ganancia de calor por personas.

<b>GANANCIA DE CALOR POR PERSONAS</b>								
Lugar	qs= Calor sensible	n= Número de personas	FCE= factor de carga de enfriamiento para las personas	Total calor sensible Qs= qs x n x FCE	ql= Calor latente	n= Numero de personas	Total calor latente Ql=ql x n	Qp= Qs+Ql Total de calor sensible y latente
Hab 1	230	3	0,62	427,8	190	3	570	997,8
Hab 2	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 3	230	5	0,62	713	190	5	950	1663
Hab 4	230	2	0,62	285,2	190	2	380	665,2
Hab 5	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 6	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 7	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 8	230	3	0,62	427,8	190	3	570	997,8
Hab 9	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 10	230	2	0,62	285,2	190	2	380	665,2
Hab 11	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 12	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 13	230	5	0,62	713	190	5	950	1663

Hab 14	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 15	230	5	0,62	713	190	5	950	1663
Hab 16	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 17	230	5	0,62	713	190	5	950	1663
Hab 18	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 19	230	6	0,62	855,6	190	6	1140	1995,6
Hab 20	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 21	230	5	0,62	713	190	5	950	1663
Hab 22	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4
Hab 23	230	8	0,62	1140,8	190	8	1520	2660,8
Hab 24	230	8	0,62	1140,8	190	8	1520	2660,8
Hab 25	230	8	0,62	1140,8	190	8	1520	2660,8
Hab 26	230	8	0,62	1140,8	190	8	1520	2660,8
Hab 27	230	2	0,62	285,2	190	2	380	665,2
Bar	230	46	0,62	6559,6	190	46	8740	15299,6
Oficina	230	4	0,62	570,4	190	4	760	1330,4

Anexo F.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por alumbrado.

<b>GANANCIA DE CALOR POR ALUMBRADO</b>							
Lugar	Lámpara Incandescente	PLC	Lámpara fluorescente	FB=factor de balastra incandescente(1,0) fluorescente(1,25)	FCE= según norma(1,0)	W	Qa= 3.4 * W * FB* FCE
Hab 1			2	1,25	1	35	148,75
Hab 2			2	1,25	1	45	191,25
Hab 3			2	1,25	1	68	289,00
Hab 4			3	1,25	1	54	229,50
Hab 5			2	1,25	1	42	178,50
Hab 6			2	1,25	1	29	123,25
Hab 7			2	1,25	1	42	178,50
Hab 8			3	1,25	1	42	178,50
Hab 9			2	1,25	1	29	123,25
Hab 10			3	1,25	1	55	233,75
Hab 11			2	1,25	1	33	140,25
Hab 12			2	1,25	1	44	187,00
Hab 13			2	1,25	1	44	187,00

Hab 14			2	1,25	1	42	178,50
Hab 15			2	1,25	1	42	178,50
Hab 16			2	1,25	1	29	123,25
Hab 17			2	1,25	1	29	123,25
Hab 18			2	1,25	1	42	178,50
Hab 19			2	1,25	1	33	140,25
Hab 20			2	1,25	1	42	178,50
Hab 21			2	1,25	1	42	178,50
Hab 22	1		1	1+1,25	1	82	297,50
Hab 23			4	1,25	1	68	289,00
Hab 24			4	1,25	1	66	280,50
Hab 25	2		3	1+1,25	1	147	522,75
Hab 26			5	1,25	1	140	595,00
Hab 27			4	1,25	1	83	612,00
Bar		5	2	1+1,25	1	119	429,25
Oficina		2	2	1,25	1	110	467,50

**Anexo G.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por infiltración**

**GANANCIA DE CALOR POR INFILTRACIÓN**

Lugar	Personas	CFM= velocidad de infiltración	Te-Ti (°F)	We-Wi (g/lb)	Qs=(1.1*CFM*DT) calor sensible	Qi=0,68*CFM*(Wi-Wp) calor latente	Qi(Btu/h)
Hab 1	3	10	16,92	112	558,36	2284,80	2843,16
Hab 2	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 3	5	10	16,92	112	930,60	3808,00	4738,60
Hab 4	2	10	16,92	112	372,24	1523,20	1895,44
Hab 5	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 6	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 7	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 8	3	10	16,92	112	558,36	2284,80	2843,16
Hab 9	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 10	2	10	16,92	112	372,24	1523,20	1895,44
Hab 11	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 12	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 13	5	10	16,92	112	930,60	3808,00	4738,60

Hab 14	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 15	5	10	16,92	112	930,60	3808,00	4738,60
Hab 16	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 17	5	10	16,92	112	930,60	3808,00	4738,60
Hab 18	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 19	6	10	16,92	112	1116,72	4569,60	5686,32
Hab 20	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 21	5	10	16,92	112	930,60	3808,00	4738,60
Hab 22	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88
Hab 23	8	10	16,92	112	1488,96	6092,80	7581,76
Hab 24	8	10	16,92	112	1488,96	6092,80	7581,76
Hab 25	8	10	16,92	112	1488,96	6092,80	7581,76
Hab 26	8	10	16,92	112	1488,96	6092,80	7581,76
Hab 27	2	10	16,92	112	372,24	1523,20	1895,44
Bar	46	30	1,26	38	1912,68	35659,20	37571,88
Oficina	4	10	16,92	112	744,48	3046,40	3790,88

Anexo H.- Hoja de cálculo de ganancia de calor por radiación.

GANANCIA DE CALOR POR RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE VIDRIOS															
Lugar	Área del vidrio (m²)				SE=factor de corrección por sombreado exterior orientación				CS= coeficiente de sombreado	Datos de FG= factor de ganancia máxima de calor solar por orientación W/m²				KW	Carga total por radiación <b>Qr= FG x A x CS x SE</b>
	E	O	N	S	E	O	N	S		E	O	N	S		
Hab 1	3,19				0,89	0,89	0,56	0,82	0,55	152	133	95	119	0,24	809,36
Hab 2	3,19				0,89	0,89	0,56	0,82	0,55	152	133	95	119	0,24	809,36
Hab 3			2,19		0,89	0,89	0,56	0,82	0,55	152	133	95	119	0,06	218,51
Hab 4	2,94				0,89	0,89	0,56	0,82	0,55	152	133	95	119	0,22	745,93
Hab 7				3,34	0,89	0,89	0,56	0,82	0,55	152	133	95	119	0,18	611,26
Hab 8				3,95	0,89	0,89	0,56	0,82	0,55	152	133	95	119	0,21	722,89
Hab 9				3,52	0,89	0,89	0,56	0,82	0,55	152	133	95	119	0,19	644,20
Hab 10	2,89			4,05	0,89	0,89	0,56	0,82	0,55	152	133	95	119	0,43	1474,44
Hab 11				3,82	0,89	0,89	0,56	0,82	0,55	152	133	95	119	0,21	699,36
Hab 21				4,87	0,89	0,14	0,56	0,82	0,55	1240	133	95	119	0,26	891,26
Hab 27			2,18		0,89	0,14	0,56	0,82	0,55	1240	133	95	119	0,06	217,51

Anexo I.- Hoja de cálculo de resumen de componentes que generan ganancias de calor.

RESUMEN DE LAS COMPONENTES QUE GENERAN GANANCIA DE CALOR EN EL HOTEL														
Lugar	Qt= Btu/h Techo	Qm= Btu/h Muro Norte	Qm= Btu/h Muro Sur	Qm= Btu/h Muro Este	Qm= Btu/h Muro Oeste	Qv= Btu/h Ventana Norte	Qv= Btu/h Ventana Sur	Qv= Btu/h Ventana Este	Qv= Btu/h Ventana Oeste	Qp= Btu/h Perso- nas	Qa= Btu/h Alum- brado	Qi= Btu/h Infiltración	Qr= Btu/h Radiación	ΣQca= Btu/h
Hab 1	2170,0	846,8	0,00	640,2	0,00	0	0	576,46	0	997,8	93,5	2843,16	809,36	8977,4
Hab 2	2537,0	0,00	1124,8	677,3	0,00	0	0	604,31	0	1330,4	93,5	3790,88	809,36	10967,7
Hab 3	3104,8	687,8	0,00	0,00	0,00	276,5	0	0,00	0	1663	93,5	4738,6	218,51	10782,9
Hab 4	1866,3	835,6	0,00	875,6	0,00	0,00	0	557,63	0	665,2	93,5	1895,44	745,93	7535,2
Hab 5	1866,3	645,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	0,00	7726,7
Hab 6	2182,5	744,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	0,00	8141,5
Hab 7	3470,2	0,00	739,3	0,00	0,00	0,00	807,1	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	611,26	10842,7
Hab 8	2252,2	0,00	329,1	0,00	0,00	0,00	997,2	0,00	0	997,8	93,5	2843,16	722,89	8235,9
Hab 9	2467,8	0,00	276,4	0,00	0,00	0,00	890,0	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	644,20	9493,3
Hab 10	2276,7	0,00	275,5	1050,8	0,00	0,00	1023,0	547,65	0	665,2	93,5	1895,44	1474,44	9302,3
Hab 11	2441,2	0,00	583,1	0,00	886,47	0,00	980,2	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	699,36	10805,2
Hab 12	2595,1	0,00	0,00	0,00	940,70	0,00	0	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	0,00	8750,6
Hab 13	2602,1	0,00	0,00	0,00	949,98	0,00	0	0,00	0	1663	93,5	4738,6	0,00	10047,2
Hab 14	2588,1	0,00	0,00	0,00	940,70	0,00	0	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	0,00	8743,6
Hab 15	2588,1	0,00	0,00	0,00	941,00	0,00	0	0,00	0	1663	93,5	4738,6	0,00	10024,2
Hab 16	2614,3	0,00	0,00	0,00	947,21	0,00	0	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	0,00	8776,3
Hab 17	2638,1	931,3	0,00	0,00	397,60	0,00	0	0,00	0	1663	93,5	4738,6	0,00	10462,2
Hab 18	2644,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	0,00	7859,5
Hab 19	2448,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	1995,6	93,5	5686,32	0,00	10223,6
Hab 20	2427,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	0,00	7642,0
Hab 21	2441,2	0,00	570,1	0,00	290,44	0	1230,33	0,00	0	1663	93,5	4738,6	891,26	11918,5
Hab 22	1650,4	491,6	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	1330,4	93,5	3790,88	0,00	7356,8
Hab 23	5962,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	2660,8	165,7	7581,76	0,00	16370,9

Hab 24	0,0	603,7	412,7	3800,7	0,00	0	0,00	0,00	0	2660,8	165,7	7581,76	0,00	15225,5
Hab 25	0,0	601,3	235,4	3701,7	0,00	0	0,00	0,00	0	2660,8	165,7	7581,76	0,00	14946,8
Hab 26	0,0	586,0	673,0	3815,9	0,00	0	0,00	0,00	0	2660,8	165,7	7581,76	0,00	15483,4
Hab 27	2495,0	514,3	0,00	0,00	0,00	274,69	0,00	0,00	0,00	665,2	93,5	1895,44	217,51	6155,7
Bar	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	15299,6	119	37571,88	0,00	52990,5
Oficina	0,0	1011,4	375,4	0,00	1257,4	0	0,00	0,00	0	1330,4	170	3790,88	0,00	7935,6

**Anexo J.-** Hoja de cálculo de determinación de la capacidad del sistema de los aires acondicionados.

<b>DETERMINACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO</b>					
$\Sigma Q_{ca} = \text{Btu/h}$	$F_s = 0,5\% \text{ de } \Sigma Q_{ca}$	$Q_{total} = \Sigma Q_{ca} + F_s$	Calculo por ton	Equipo comercial en toneladas	Equipo comercial en Btu
8977,4	448,9	9426,2	7,86	1	12000
10967,7	548,4	11516,1	9,60	1	12000
10782,9	539,1	11322,0	9,43	1	12000
7535,2	376,8	7912,0	6,59	3/4 ton	9000
7726,7	386,3	8113,0	6,76	3/4 ton	9000
8141,5	407,1	8548,6	7,12	3/4 ton	9000
10842,7	542,1	11384,8	9,49	1	12000
8235,9	411,8	8647,7	7,21	3/4 ton	9000
9493,3	474,7	9968,0	8,31	1	12000
9302,3	465,1	9767,4	8,14	1	12000
10805,2	540,3	11345,5	9,45	1	12000
8750,6	437,5	9188,1	7,66	3/4 ton	12000
10047,2	502,4	10549,5	8,79	1	12000
8743,6	437,2	9180,8	7,65	3/4 ton	12000
10024,2	501,2	10525,4	8,77	1	12000
8776,3	438,8	9215,1	7,68	3/4 ton	12000
10462,2	523,1	10985,3	9,15	1	12000
7859,5	393,0	8252,5	6,88	3/4 ton	9000
10223,6	511,2	10734,8	8,95	1	12000
7642,0	382,1	8024,1	6,69	3/4 ton	9000

11918,5	595,9	12514,4	10,43	1	12000
7356,8	367,8	7724,7	6,44	3/4 ton	9000
16370,9	818,5	17189,5	14,32	1,5	18000
15225,5	761,3	15986,8	13,32	1,5	18000
14946,8	747,3	15694,1	13,08	1,5	18000
15483,4	774,2	16257,6	13,55	1,5	18000
6155,7	307,8	6463,4	5,39	3/4ton	9000
52990,5	5299,0	58289,5	48.57	3 ton + 1.5 ton+1ton	35500+12000+12000
7935,6	396,8	8332,4	6.94	3/4ton	9000

**Anexo K.- Determinación de la demanda de cargas instaladas.**

<b>DEMANDA DE LAS CARGAS INSTALADAS</b>												
Lugar	Btu	KW aires	KW alumbrado	contactos		T.V	Computadoras KW	Ventilador	Congelador	Refrigerador	Lavadoras y secadoras	KW total hotel
				# de contactos	KW							
Hab 1	12000	1,22	0,04	2,00	0,36	0,10		0,06				1,77
Hab 2	12000	1,22	0,05	2,00	0,36	0,10		0,06				1,78
Hab 3	18000	1,85	0,07	5,00	0,90	0,10		0,06				2,97
Hab 4			0,05	1,00	0,18	0,10		0,06				0,39
Hab 5	12000	1,22	0,04	3,00	0,54	0,10		0,06				1,96
Hab 6	18000	1,85	0,03	1,00	0,18	0,10		0,06				2,21
Hab 7	24100	2,46	0,04	2,00	0,36	0,10		0,06				3,02
Hab 8			0,04	3,00	0,54	0,10		0,06				0,74
Hab 9			0,03	2,00	0,36	0,10		0,06				0,54
Hab 10			0,06	3,00	0,54	0,10		0,06				0,75
Hab 11	12000	1,22	0,03	3,00	0,54	0,10		0,06				1,95
Hab 12	12000	1,22	0,04	3,00	0,54	0,10		0,06				1,96
Hab 13	12000	1,22	0,04	2,00	0,36	0,10		0,06				1,78
Hab 14	12000	1,22	0,04	3,00	0,54	0,10		0,06				1,96
Hab 15	12000	1,22	0,04	1,00	0,18	0,10		0,06				1,60
Hab 16	12000	1,22	0,03	3,00	0,54	0,10		0,06				1,94



Hab 17	12000	1,22	0,03	1,00	0,18	0,10		0,06				1,58
Hab 18	12000	1,22	0,04	2,00	0,36	0,10		0,06				1,78
Hab 19	12000	1,22	0,03	3,00	0,54	0,10		0,06				1,95
Hab 20	12000	1,22	0,04	3,00	0,54	0,10		0,06				1,96
Hab 21	12000	1,22	0,04	3,00	0,54	0,10		0,06				1,96
Hab 22	12000	1,22	0,08	5,00	0,90	0,10		0,06				2,36
Hab 23	18000	1,85	0,07	7,00	1,26	0,10		0,12				3,39
Hab 24	18000	1,85	0,07	6,00	1,08	0,10		0,12				3,21
Hab 25	18000	1,85	0,15	6,00	1,08	0,10		0,12				3,29
Hab 26	18000	1,85	0,14	5,00	0,90	0,10		0,12				3,11
Hab 27	12000	1,22	0,08	6,00	1,08	0,10		0,12				2,60
Bar	77500	8,21	0,12	10,00	1,80	0,10		0,06				10,28
Oficina	18000	1,85	0,11	5,00	0,90	0,10	1,20					4,16
Estacionamiento			0,24	0,00	0,00							0,24
Recepción			0,22	15,00	2,70	0,10	0,40	0,12	0,38	1,24		5,15
Lavandería			0,04	7,00	1,26						3,30	4,60
Pasillos			0,27	7,00	1,26							1,53
<b>TOTAL Kw</b>												<b>80,46</b>

**Anexo K.1.- Determinación de la demanda de cargas instaladas.**

<b>DEMANDA DE LAS CARGAS PROPUESTAS</b>												
Lugar	Btu	KW aires	KW alumbrado	Contactos		T.V	Computadoras KW	ventilador	Congelador	Refrigerador	lavadoras y secadoras	KW total hotel
				# de contactos	KW							
Hab 1	12000	1,0	0,035	2	0,36	0,095						1,49
Hab 2	12000	1,0	0,035	2	0,36	0,095						1,49

Hab 3	12000	1,0	0,035	5	0,9	0,095						2,03
Hab 4			0,035	1	0,18	0,095		0,06				0,37
Hab 5	9000	0,96	0,035	3	0,54	0,095						1,63
Hab 6	9000	0,96	0,035	1	0,18	0,095						1,27
Hab 7	12000	1,0	0,035	2	0,36	0,095						1,49
Hab 8			0,035	3	0,54	0,095		0,06				0,73
Hab 9			0,035	2	0,36	0,095		0,06				0,55
Hab 10	12000	1,0	0,035	3	0,54	0,095						1,67
Hab 11	12000	1,0	0,035	3	0,54	0,095						1,67
Hab 12	12000	1,0	0,035	3	0,54	0,095						1,67
Hab 13	12000	1,0	0,035	2	0,36	0,095						1,49
Hab 14	12000	1,0	0,035	3	0,54	0,095						1,67
Hab 15	12000	1,0	0,035	1	0,18	0,095						1,31
Hab 16	12000	1,0	0,035	3	0,54	0,095						1,67
Hab 17	12000	1,0	0,035	1	0,18	0,095						1,31
Hab 18	9000	0,96	0,035	2	0,36	0,095						1,45
Hab 19	12000	1,0	0,035	3	0,54	0,095						1,67
Hab 20	9000	0,96	0,035	3	0,54	0,095						1,63
Hab 21	12000	1,0	0,035	3	0,54	0,095						1,67
Hab 22	9000	0,96	0,035	5	0,9	0,095						1,99
Hab 23	18000	1,26	0,052	7	1,26	0,095		0,12				2,79
Hab 24	18000	1,26	0,052	6	1,08	0,095		0,12				2,61
Hab 25	18000	1,26	0,052	6	1,08	0,095		0,12				2,61
Hab 26	18000	1,26	0,052	5	0,9	0,095		0,12				2,43
Hab 27	9000	0,96	0,035	6	1,08	0,095		0,06				2,23
Bar	59500	5,90	0,119	10	1,8	0,095						7,91
Oficina	9000	0,96	0,04	5	0,9	0,095	1,20					3,19
Estaciona- miento			0,135									0,14

Recepción			0,191	15	2,7	0,095	0,40	0,12	0,38	0,62		4,51
Lavandería			0,039	7	1,26						3,3	4,60
Pasillos			0,269	7	1,26							1,53
<b>TOTAL Kw</b>												<b>66,43</b>

Anexo L.- Determinación del consumo de cargas instaladas para todo el hotel.

### CONSUMO DE ENERGÍA AL DÍA CON CARGAS INSTALADAS

Lugar	T.V KW	Horas de uso	A.A KW	Horas de uso	Ventilador KW	Horas de uso	Computadoras KW	Horas de uso	Alumbrado KW	Horas de uso	Lavadoras y secadora KW	Horas de uso	Congelador KW	Enfriador KW	Horas de uso	Total Kw-h
Hab 1	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,035	6						13,31
Hab 2	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,045	6						13,37
Hab 3	0,095	5	1,85	10	0,06	7			0,068	6						19,80
Hab 4	0,095	5			0,06	10			0,054	6						1,40
Hab 5	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35
Hab 6	0,095	5	1,85	10	0,06	7			0,029	6						19,57
Hab 7	0,095	5	2,46	10	0,06	7			0,042	6						25,75
Hab 8	0,095	5			0,06	10			0,042	6						1,33
Hab 9	0,095	5			0,06	10			0,029	6						1,25
Hab 10	0,095	5			0,06	10			0,055	6						1,41
Hab 11	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,033	6						13,29
Hab 12	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,044	6						13,36
Hab 13	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,044	6						13,36
Hab 14	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35
Hab 15	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35
Hab 16	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,029	6						13,27
Hab 17	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,029	6						13,27
Hab 18	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35
Hab 19	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,033	6						13,29
Hab 20	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35

Hab 21	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35
Hab 22	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,082	6						13,59
Hab 23	0,095	5	1,85	10	0,12	7			0,068	6						20,22
Hab 24	0,095	5	1,85	10	0,12	7			0,066	6						20,21
Hab 25	0,095	5	1,85	10	0,12	7			0,147	6						20,70
Hab 26	0,095	5	1,85	10	0,12	7			0,14	6						20,66
Hab 27	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,083	6						13,59
Bar	0,095	1	8,21	7	0,06	7			0,119	7						58,82
Oficina	0,095	5	1,85	5			1,2	5	0,11	5						16,28
Estaciona- miento									0,24	5						1,20
Recepción	0,095	7			0,12	10	0,40	12	0,219	6			0,38	0,62	12	19,98
Lavandería									0,039	1	3,30	2				6,64
Pasillos									0,269	9						2,42
Total de Kw-h																471,4

Anexo L.1.- Determinación del consumo de cargas propuestas para todo el hotel.

### CONSUMO DE ENERGÍA AL DÍA CON CARGAS PROPUESTAS

Lugar	T.V KW	Horas de uso	A.A KW	Horas de uso	Venti- lador KW	Horas de uso	Computa- doras KW	Horas de uso	Alum- brado KW	Horas de uso	Lavadora y secadora KW	Horas de uso	Congela- dor KW	Enfria- dor KW	Horas de uso	Total Kw-h
Hab 1	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
Hab 2	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
Hab 3	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
Hab 4	0,095	5			0,006	10			0,035	6						0,75
Hab 5	0,095	5	0,96	10					0,035	6						10,25
Hab 6	0,095	5	0,96	10					0,035	6						10,25
Hab 7	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
Hab 8	0,095	5			0,006	10			0,035	6						0,75

Hab 9	0,095	5			0,006	10			0,035	6					0,75	
Hab 10	0,095	5	1,00		0,006	10			0,035	6					0,75	
Hab 11	0,095	5	1,00	10					0,035	6					10,69	
Hab 12	0,095	5	1,00	10					0,035	6					10,69	
Hab 13	0,095	5	1,00	10					0,035	6					10,69	
Hab 14	0,095	5	1,00	10					0,035	6					10,69	
Hab 15	0,095	5	1,00	10					0,035	6					10,69	
Hab 16	0,095	5	1,00	10					0,035	6					10,69	
Hab 17	0,095	5	1,00	10					0,035	6					10,69	
Hab 18	0,095	5	0,96	10					0,035	6					10,25	
Hab 19	0,095	5	1,00	10					0,035	6					10,69	
Hab 20	0,095	5	0,96	10					0,035	6					10,25	
Hab 21	0,095	5	1,00	10					0,035	6					10,69	
Hab 22	0,095	5	0,96	10					0,035	6					10,25	
Hab 23	0,095	5	1,26	10	0,12	7			0,052	6					14,23	
Hab 24	0,095	5	1,26	10	0,12	7			0,052	6					14,23	
Hab 25	0,095	5	1,26	10	0,12	7			0,052	6					14,23	
Hab 26	0,095	5	1,26	10	0,12	7			0,052	6					14,23	
Hab 27	0,095	5	0,96	10	0,006	10			0,035	6					10,31	
Bar	0,095	1	5,90	7					0,119	7					42,23	
Oficina	0,095	5	0,96	5			1,2	5	0,04	5					11,46	
Estaciona- miento									0,135	5					0,68	
Recepción	0,095	7			0,006	10	0,40	12	0,191	6			0,38	0,62	12	18,67
Lavandería									0,039	1	3,30	2				6,64
Pasillos									0,269	9						2,42
Total de Kw-h																352,4

Anexo L.2.- Determinación del consumo de cargas instaladas para todo el hotel.

<b>CONSUMO DE ENERGÍA DE HABITACIONES CON MAYOR OCUPACIÓN CON CARGAS INSTALADAS</b>																
Lugar	T.V KW	Horas de uso	A.A KW	Horas de uso	Ventilador KW	Horas de uso	Computadoras KW	Horas de uso	Alumbrado KW	Horas de uso	Lavadora y secadora KW	Horas de uso	Congelador KW	Enfriador KW	Horas de uso	Total Kw-h
1	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,035	6						13,31
2	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,045	6						13,37
3	0,095	5	1,85	10	0,06	7			0,068	6						19,80
4	0,095	5			0,06	10			0,054	6						1,40
5	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35
6	0,095	5	1,85	10	0,06	7			0,029	6						19,57
7	0,095	5	2,46	10	0,06	7			0,042	6						25,75
8	0,095	5			0,06	10			0,042	6						1,33
9	0,095	5			0,06	10			0,029	6						1,25
10	0,095	5			0,06	10			0,055	6						1,41
12	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,044	6						13,36
14	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35
16	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,029	6						13,27
18	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35
20	0,095	5	1,22	10	0,06	7			0,042	6						13,35
BAR	0,095	1	8,21	7	0,06	7			0,119	7						58,82
Oficina	0,095	5	1,85	5			1,2	5	0,11	5						16,28
Estacionamiento									0,24	5						1,20
Recepción	0,095	7			0,12	10	0,40	12	0,219	6			0,38	0,62	12	19,98
Lavandería									0,039	1	3,30	2				6,64
Pasillos									0,269	9						2,42
Total Kw-h																<b>282,52</b>

Anexo L.3.- Determinación del consumo de cargas propuestas para todo el hotel.

<b>CONSUMO DE ENERGÍA DE HABITACIONES CON MAYOR OCUPACIÓN CON CARGAS PROPUESTAS</b>																
Lugar	T.V KW	Horas de uso	A.A KW	Horas de uso	Ventilador KW	Horas de uso	Computadoras KW	Horas de uso	Alumbrado KW	Horas de uso	Lavadora y secadora KW	Horas de uso	Congelador KW	Enfriador KW	Horas de uso	Total Kw-h
1	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
2	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
3	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
4	0,095	5			0,06	10			0,035	6						0,75
5	0,095	5	0,96	10					0,035	6						10,25
6	0,095	5	0,96	10					0,035	6						10,25
7	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
8	0,095	5			0,06	10			0,035	6						0,75
9	0,095	5			0,06	10			0,035	6						0,75
10	0,095	5	1,00	10	0,06	10			0,035	6						10,75
12	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
14	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
16	0,095	5	1,00	10					0,035	6						10,69
18	0,095	5	0,96	10					0,035	6						10,25
20	0,095	5	0,96	10					0,035	6						10,25
Bar	0,095	1	5,90	7					0,119	7						42,23
Oficina	0,095	5	0,96	5			1,2	5	0,04	5						11,46
Estacionamiento									0,135	5						0,68
Recepción	0,095	7			0,06	10	0,40	12	0,191	6			0,38	0,62	12	18,67
Lavandería									0,039	1	3,30	2				6,64
Pasillos									0,269	9						2,42
Total Kw-h																<b>210,8</b>

**Anexo M.- Cotización de los equipos de aire acondicionado.**



**Anexo N.- Cotización de los equipos de refrigeración.**