

NAMA PyME

Diseño de un Benchmarking energético.
Sector hotelero PyME y acompañamiento
en su implementación en destinos
turísticos mexicanos



**Diseño de un benchmarking energético:
Sector hotelero PyME y acompañamiento en su
implementación en destinos turísticos
mexicanos**



por encargo de

Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo



cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

México, D.F., Junio del 2013

La Secretaría de Energía y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) agradece a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo) por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento. La colaboración de la GIZ se realizó bajo el marco del “Programa Mexicano-Alemán para NAMA”, el cual se implementa como parte de la Iniciativa Internacional sobre Cambio Climático (IKI), que ha sido comisionada a GIZ por encargo del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB por sus siglas en alemán). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del/ de los autor/es y no necesariamente representan la opinión de la Secretaría de Energía y/o de la GIZ.

Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

SENER / GIZ

Diseño de un benchmarking energético. Sector hotelero PyME y acompañamiento en su implementación en destinos turísticos mexicanos, México, D.F., Junio del 2013

Edición y Supervisión: Héctor Juárez, Rubén Zagal, Ernesto Feilbogen

Autor(es): IPSE SA de CV (Hernando Paredes Rubio, Erick Garfías Arroyo, Juan Quintero)

Diseño: GIZ México

Impreso en México

© SENER – Secretaría de Energía
Av. Insurgentes Sur 890
Col. Del Valle
C.P. 03100, México, D.F.
T 52 55 50006000
I www.energia.gob.mx

SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Av. San Jerónimo 458, 3er Piso
Col. Jardines del Pedregal
C.P. 01900, México, D.F.
T 52 55 54902127
I www.semarnat.gob.mx

© Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammerskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, Piso 15, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. Del Valle, Del. Benito Juárez
C.P. 03100, México, D.F.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/
<http://www.giz.de/en/worldwide/33041.html>

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	12
1 Introducción.....	16
2 Antecedentes y Marco de Referencia	19
2.1 Hoteles en México.....	21
2.2 Indicadores Energéticos.....	24
2.2.1 Indicadores de consumo de energía eléctrica.....	26
2.2.2 Indicadores de consumo de energía térmica	30
3 Objetivo y Alcances	32
3.1 Objetivos	32
3.2 Alcances	32
4 Metodología	35
4.1 Zonas climáticas	36
4.2 Selección de los estados a estudiar y sus ciudades.....	39
4.2.1 Clima Cálido Húmedo.....	39
4.2.2 Clima Cálido subhúmedo.....	39
4.2.3 Clima Cálido seco.....	40
4.2.4 Clima Cálido muy seco.....	40
4.2.5 Clima Templado subhúmedo.....	40
4.2.6 Clima templado húmedo.....	40
5 Resultados.....	41
5.1 Segmentación del mercado.....	41
5.1.1 Descripción de la segmentación.....	42
5.2 Caracterización Energética	47
5.2.1 Tipos de energía.....	48
5.2.1.1 Carga eléctrica instalada	50
5.2.1.2 Consumo de energía eléctrica	58
5.2.1.3 Consumo de energía térmica.....	66
5.3 Indicadores Energéticos.....	71
5.3.1 Análisis global	72
5.3.2 Análisis Regional.....	74
6 Potenciales de Ahorro de Energía.....	82

6.1	Descripción de las principales tecnologías	82
6.1.1	Motores eléctricos de alta eficiencia	82
6.1.2	Remplazo de motores eléctricos sobredimensionados por motores más pequeños de alta eficiencia	83
6.1.3	Calentamiento de agua solar	83
6.1.4	Generadores de vapor eficientes	83
6.1.5	Calentamiento de agua con calentadores comerciales	84
6.1.6	Compresores de aire acondicionado.	84
6.1.7	Sistemas de aire acondicionado.	84
6.1.8	Cogeneración	85
6.2	Estimación del ahorro de energía.....	86
7	Conclusiones y comentarios finales.....	90
Anexo 1:		92
Bibliografía		99

Lista de Tablas

Tabla 1: Tipo de Cambio Usado en el Estudio (29 de abril de 2013)	11
Tabla 2: Comportamiento de Hoteles de Estados Unidos de América, 2004	24
Tabla 3: Proporción de gastos de operación clásicos promedio en un hotel en México.....	24
Tabla 4: Consumo medio de energía eléctrica en cuatro hoteles seleccionados (hoteles 5 estrellas).	25
Tabla 5: Consumo energético medio anual en hoteles en función de la categoría.....	28
Tabla 6: Indicadores de consumo eléctrico en hoteles para diferentes niveles de eficiencia energética, kWh/m ² -año.....	29
Tabla 7: Indicadores de consumo energético para diferentes niveles de eficiencia energética, kWh/habitación-año.....	30
Tabla 8: Indicadores de consumo de energía térmica para diferentes niveles de eficiencia energética, kWh/habitación-año.....	31
Tabla 9: Selección de las regiones climáticas y número de hoteles encuestados.....	33
Tabla 10: Distribución de la selección de hoteles de acuerdo con la zona climática del país.....	42
Tabla 11: Capacidad instalada de las diferentes tecnologías en el total de hoteles encuestados.....	52
Tabla 12: Indicadores de consumo de energía eléctrica, kWh/habitación – mes	75
Tabla 13: Indicadores de consumo de energía térmica, kWh/habitación – mes.....	81
Tabla 14: Indicadores económicos bajo los cuales se realizaron las determinaciones de ahorro de energía	87
Tabla 15: Ahorro económico, inversión necesaria y período de recuperación para los proyectos propuestos.....	88
Tabla 16: Relación de indicadores propuestos para cada región.....	89
Tabla 17: Potenciales de ahorro de energía térmica, eléctrica y agua.....	89
Tabla 18: Índices energéticos obtenidos para las regiones climáticas y la categoría de los hoteles	90
Tabla 19: Ahorro económico, inversión necesaria y período de recuperación para los proyectos propuestos.....	91

Lista de Figuras

Figura 1: Distribución de hoteles por categoría en los estados de la RM.....	18
Figura 2: Incremento del PIB en diferentes sectores productivos en períodos cuatrimestrales.....	21
Figura 3: Proporción de hoteles de 2 y 3 estrellas en los estados del País.....	22

Figura 4: Número de hoteles de 2 y 3 estrellas en los estados del país	23
Figura 5: Distribución del consumo de energía en hoteles de 2 y 3 estrellas	27
Figura 6: Distribución de costos del consumo de energía en hoteles de 2 y 3 estrellas.....	27
Figura 7: Distribución de los consumos de energía en un hotel.....	28
Figura 8: Número medio de habitaciones por hotel en los estados seleccionadas	33
Figura 9: Regiones climáticas de acuerdo con INEGI / CONAGUA.....	38
Figura 10: Clasificación climática de acuerdo con CONABIO	39
Figura 11: Distribución decreciente de hoteles en la República Mexicana.....	43
Figura 12: Relación del total de hoteles respecto a los encuestados en los estos seleccionados	43
Figura 13: Porcentaje de hoteles entrevistados respecto del universo por categoría.....	44
Figura 14: Número de habitaciones promedio por categoría de hoteles en las regiones estudiadas	45
Figura 15: Intervalo de habitaciones en los hoteles encuestados	45
Figura 16: Distribución de hoteles por número de habitaciones.....	46
Figura 17: Distribución de hoteles de acuerdo a su tarifa eléctrica contratada.	46
Figura 18: Distribución de la tarifa contratada en función del número de habitaciones por hotel.....	47
Figura 19: Proporción de energía consumida por el 100% de los hoteles encuestados	48
Figura 20: Proporción de costos de energía consumida por el 100% de los hoteles encuestados.....	49
Figura 21: Relación de consumos de energía eléctrica – térmica en las diferentes zonas climáticas	49
Figura 22: Relación de consumo de energía eléctrica – térmica por categoría de hoteles.....	50
Figura 23: Proporción del número de equipos eléctricos instalados en los Hoteles	51
Figura 24: Distribución de cargas eléctrica por capacidad en kW en equipos instalados.....	52
Figura 25: Distribución de capacidad media instalada en tecnologías que usan energía eléctrica por hotel.....	52
Figura 26: Capacidad instalada de equipos, en kW, por categoría de hoteles	54
Figura 27: Potencia instalada en tecnología de iluminación del total de hoteles encuestados.....	55
Figura 28: Potencia instalada en tecnología de iluminación en las regiones estudiadas.....	55
Figura 29: Capacidad instalada en las diferentes tecnologías de iluminación por categoría de hoteles.	56
Figura 30: Tecnologías de aire acondicionado empleado en los hoteles encuestados	57

Figura 31: Capacidad de refrigeración instalada en Toneladas de refrigeración y en HP por tecnología en el conjunto de hoteles encuestados	57
Figura 32: Potencia media instalada en aire acondicionado en los hoteles	58
Figura 33: Consumo medio de energía eléctrica en los hoteles entrevistados.....	59
Figura 34: Energía empleada en aire acondicionado por los hoteles entrevistados.....	59
Figura 35: Consumo total de energía eléctrica por tecnología en los hoteles entrevistados	60
Figura 36: Consumo medio unitario de energía eléctrica para diversas tecnologías en los hoteles encuestados	61
Figura 37: Consumo medio de energía en aire acondicionado por hotel	62
Figura 38: Consumo de energía en iluminación de acuerdo a la tecnología y la región.....	63
Figura 39: Consumo de energía en iluminación de acuerdo a la tecnología y la calidad del hotel.	64
Figura 40: Consumo específico de energía eléctrica por iluminación por hotel.....	65
Figura 41: Consumo específico de energía eléctrica en función de la calidad del hotel.....	66
Figura 42: Distribución por tipo de combustibles	67
Figura 43: Proporción del número de equipos entre calderas y calentadores comerciales	67
Figura 44: Consumo de energía térmica en Hoteles, (GJ/año)	67
Figura 45: Distribución porcentual de tipos de combustibles en las regiones seleccionadas	68
Figura 46: Distribución de los equipos que emplean combustibles.....	69
Figura 47: Consumo de combustibles por región climática.....	70
Figura 48: Consumo de combustibles por la calidad del hotel.	71
Figura 49: Variación mensual del índice energético eléctrico para el universo de hoteles encuestados.....	73
Figura 50: Variación mensual del índice energético térmico para el universo de hoteles encuestados.....	73
Figura 51: Variación mensual del índice de uso de agua para el universo de hoteles encuestados.....	74
Figura 52: Índice energético eléctrico para la región cálida húmeda.....	75
Figura 53: Grafica de dispersión de dos hoteles de Ciudad del Carmen Campeche	76
Figura 54: Índice energético eléctrico para la región cálida seca.....	77
Figura 55: Índice energético eléctrico para la región templada sub – húmeda (DF).....	78
Figura 56: Índice energético eléctrico para la región templada sub – húmeda (Guanajuato)	79
Figura 57: Índice energético eléctrico para la región cálida sub – húmeda (Riviera Maya)	80
Figura 58: Índice energético eléctrico para la región cálida muy seca (Sonora)	81
Figura 59: Diagrama de Sankey de un motor eléctrico.....	82
Figura 60: Caldera de alta eficiencia compacta	84

Figura 61: Sistema de cogeneración: solo 20 % de desechos de calor	86
--	----

Listado de Abreviaturas

<i>Abreviatura</i>	<i>Significado</i>
AVEN	Agencia Valenciana de la Energía
BMZ	Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo
BOE	Código Técnico de la edificación
BUN-CA	Fundación Red de Energía de Costa Rica
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
GEI	Gases Efecto Invernadero
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GLP	Gas licuado de petróleo
GN	Gas Natural
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información
IPSE	Ingeniería y Proyectos de Sistemas Energéticos
MAE	Motores de Alta Eficiencia
MSD	Motores Sobre Dimensionados
NAMA	Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

PAEEEM	Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial / Eco-crédito Empresarial
PKF	PKF Consulting USA, LLC is a national firm of management consultants, industry specialists, and appraisers who provide a full range of services to the hospitality, real estate, and tourism industries.
PyME	Pequeña y Mediana Empresa
RM	República Mexicana
RE	Resumen Ejecutivo
SECTUR	Secretaría de Turismo
SENER	Secretaría de Energía

Tabla 1: Tipo de Cambio Usado en el Estudio (29 de abril de 2013)

1 MXN	=	0.063009 Euro	=	0.08229 US\$
1 Euro	=	1.306 US\$	=	15.8707 \$ MXN
1 US\$	=	0.76568 Euro	=	12.152 \$ MXN

Fuente: Banco de México

Resumen Ejecutivo

En 2011 el Gobierno Mexicano solicitó apoyo al Gobierno Alemán para el diseño de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA por sus siglas en inglés), lo que dio origen al “Programa NAMA mexicano-alemán” a ejecutarse entre 2011 y 2015. Dentro de éste, uno de los sectores a trabajarse es el de la pequeña y mediana empresa (PyME). La NAMA PyME iniciará complementando al Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial (PAEEEM) de la Secretaría de Energía en sus modalidades masiva (por tecnología) e individual (por sector).

En ese acuerdo, se propuso que el primer sector a trabajarse en la modalidad individual será el hotelero, para lo cual resulta de gran utilidad caracterizar sus usos finales de energía eléctrica y térmica, conocer su desempeño energético actual y de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en diversos destinos, y definir un punto de referencia para estimar el impacto de cualquier intervención. A raíz de ese acuerdo, GIZ convocó a la realización del proyecto “Diseño de un benchmarking energético en el sector hotelero PyME y acompañamiento en su implementación en destinos turísticos mexicanos”.

El sector hotelero es un sector estratégico para la implementación de medidas que aseguren una edificación sustentable. Entre esos parámetros el uso eficiente de la energía es uno de los catalizadores más importantes para lograr ese objetivo. Esta propuesta tiene la finalidad de conocer los usos finales de la energía en el sector hotelero, su caracterización en función de los usos que se le da y cuantificarla con una aproximación lo más cercana a la realidad para después definir los proyectos que permitan obtener reducciones apreciables de la energía empleada. Tiene también la finalidad de obtener los indicadores de consumo y llegar a establecer la energía que se consume respecto a una variable o variables de referencia.

En este estudio se abordaron aquellos hoteles independientes o de pequeños grupos hoteleros de 2 y 3 estrellas y algunos de 4 estrellas. En el 2011¹ en México había 3,064 hoteles de tres estrellas (17.72% del total) y 2357 hoteles de dos estrellas (13.63%). Ambos representan el 31.35% (5421 hoteles).

En este estudio se encuestaron 323 hoteles de los cuales el 41.8% es de 2 estrellas, 46.75% de 3 estrellas, el 8.98% correspondió a una selección de hoteles de 4 estrellas. Adicionalmente se realizaron encuestas a hoteles de 1 estrella (1.24%) y 5 estrellas (1.24%).

Para ello se ha diseñado un estudio de benchmarking en una muestra representativa de 5 destinos turísticos nacionales que responden a 5 regiones climáticas diferentes. Los objetivos particulares son:

- Diseñar una metodología para el estudio de benchmarking energético en el sector hotelero PyME para una muestra de hoteles de 5 regiones climáticas: Cálido húmedo (Campeche), Cálidos seco (Chihuahua), Cálido muy seco (Sonora), Cálido sub húmedo (Riviera Maya) y Templado sub húmedo (Guanajuato y Distrito Federal), con el fin de caracterizar su desempeño energético y potencial de ahorro.

¹ Estadística más reciente en este sector de acuerdo con INEGI; SECTUR, Subsecretaría de Fomento Turístico, DataTur 2012.

- Apoyar en la implementación y validación del estudio de benchmarking, así como en el procesamiento de la información recabada, para caracterizar y comparar energéticamente a los hoteles y destinos seleccionados, para establecer una línea base de consumo energético por categoría, número de habitaciones y otros servicios prestados.

Uno de los resultados relevantes en la muestra de hoteles levantados, es que no existe una diferencia muy marcada entre el consumo de energía de los hoteles de 2 y 3 estrellas. Su comportamiento en el consumo de energía revela cierto anarquismo. En los hoteles de 4 estrellas, el consumo unitario es mayor. Se denota que no hay un control de su consumo y en muchos de los casos pareciera que éste es una variable independiente del área construida del hotel y de la ocupación mensual que tenga.

Para cada región climática se identificaron las tecnologías que pueden ser aplicables con mayor intensidad. El único equipo variable para este objetivo fue el aire acondicionado, ya que en las regiones cálidas (prácticamente el 65% de los hoteles encuestados) su aplicación es inminente. Existen aún equipos de ventana, minisplits de las primeras generaciones y equipos sin marca que tienen consumos elevados. Las demás tecnologías se aplican prácticamente en todas las regiones.

Del levantamiento se desprende las acciones de ahorro y uso eficiente de la energía que pueden ser emprendidas en el sector hotelero, estas se centran en 8 tecnologías empleadas: compresores y sistemas de aire acondicionado, bombeo de agua, iluminación interna y externa, motores de alta eficiencia, generadores de vapor y calentadores de agua eficientes y tecnologías que sustituyen las actuales como calentadores solares de agua y sistemas de cogeneración.

Los indicadores energéticos fueron contruidos con la relación del consumo de energía eléctrica y térmica respecto al número de habitaciones ocupadas en un período mensual. En la tabla RE. 1 Se presentan los indicadores eléctricos y en la tabla RE. 2 los indicadores térmicos que se obtuvieron en este estudio a partir de la información recabada.

Del estudio de los indicadores energéticos se estima un potencial elevado de ahorro de energía. Los ahorros de energía se han determinado para las tecnologías seleccionadas y con apoyo en las eficiencias actuales de las instalaciones hoteleras y contrastadas con las de la tecnología actual. En la tabla RE.3 se presenta los resultados de esos cálculos y las bases bajo las cuales fueron hechas, para un universo de 2 y 3 estrellas de 5421 hoteles.

Tabla RE. 1. Índices eléctricos promedio obtenidos para las regiones climáticas y la categoría de los hoteles, kWh/habitación ocupada – mes

Región Climática	Categoría de Hotel, estrellas					Promedio
	1	2	3	4	5	
Cálida Húmeda	3370	2668	2062	2679		2695
Cálida Seca		915	1142	2148		1402
Templada sub húmeda I	2085	789	789	784		1112
Templada sub húmeda II		503	510	228		414
Cálida sub húmeda			1784	1974	1913	1890
Cálida muy seca	657	1141	1073	990		965
Promedio general	2037	1203	1227	1467	1913	1569

Construcción por IPSE a partir de resultados de las encuestas

Tabla RE. 2: Índices térmicos promedio obtenidos para las regiones climáticas y la categoría de los hoteles, kWh/habitación ocupada – mes

Región Climática	Categoría de Hotel, estrellas					Promedio
	1	2	3	4	5	
Cálida Húmeda	800	813	670	1114		849
Cálida Seca		351	426	465		414
Templada sub húmeda I	531	459	447	599		509
Templada sub húmeda II		411	392	209		337
Cálida sub húmeda			1103	669	818	863
Cálida muy seca	1719	589	821	396		881
Promedio general	1016	525	643	575	818	715

Construcción por IPSE a partir de resultados de las encuestas

Tabla RE. 3: Ahorro económico, inversión necesaria y período de recuperación para los proyectos propuestos

	Motores eficientes (MAE)	Motores MSD	Calentamiento CSA, M2	Generadores de vapor eficientes	Calentadores de agua eficientes
Base de calculo: % de ahorro	7.0%	25.0%	100.0%	7.0%	12.0%
Porcentaje de potencial de aplicación en los hoteles	75.0%	25.0%	50.0%	50.0%	20.0%
Monto total de ahorro \$USD/año	1,041,106	309,853	35,095,977	2,230,501	851,413
Inversión \$USD	4,472,325	372,694	94,867,500	6,509,357	7,120,755
Periodo medio de recuperación, años	4.30	1.20	2.70	2.92	8.36

	Compresores de aire acondicionado	Sistemas de aire acondicionado	Iluminación	Cogeneración	Total
Base de calculo: % de ahorro	7.0%	15.0%	10.0%	30.0%	
Porcentaje de potencial de aplicación en los hoteles	33.0%	33.0%	70.0%	10.0%	
Monto total de ahorro \$USD/año	3,435,650	7,362,107	279,229	143,681,826	194,287,662
Inversión \$USD	10,733,580	35,778,600	948,675	813,593,002	974,396,487
Periodo medio de recuperación, años	3.12	4.86	3.40	5.66	5.02

1 Introducción

El sector turismo es uno de los sectores con mayor actividad en materia de eficiencia energética y empleo de tecnologías de fuentes renovables de energía, las cuales también apuntan a una mayor sustentabilidad. Se observa un creciente interés por diferenciar la oferta apuntando a un segmento de mercado de mayor exigencia y valor, el del “eco-turismo” o “turismo sustentable”. Por otra parte, se observan varias iniciativas sectoriales internacionales vinculadas a las preocupaciones ambientales, en especial, la mitigación del cambio climático, la preservación de los ecosistemas y de la biodiversidad. Esto ha significado el desarrollo de diversos mecanismos nacionales e internacionales de certificación que reconocen las bondades ambientales de algunos establecimientos y prestadores de servicios turísticos. Sin embargo, en general, estos mecanismos incluyen requisitos específicos a satisfacer –incluyendo algunos relacionados con la fuente de provisión de energía y la gestión energética interna de los establecimientos- para que determinada locación turística pueda considerarse “ecológica” o amigable con el ambiente.

En este contexto, y considerando las generosas dotaciones de recursos naturales que posee México (y que favorecen en gran medida a los sectores de energía y de turismo), podría plantearse que el país cuenta con amplias ventajas en estos sectores de amplio crecimiento. Paradójicamente estas ventajas naturales lo colocan frente a fuertes desafíos. Por el lado del activo, entre otros se cuentan, sus amplias reservas de energías tradicionales, al ser un importante destino turístico, el pertenecer al selecto club de países desarrollados (OCDE) y ser socio y vecino de la primera economía mundial. Sin embargo lo anterior también impone obligaciones, fundamentalmente en materia ambiental a lo cual se suma la histórica disponibilidad de hidrocarburos de origen local (que ha penalizado el desarrollo de fuentes alternativas). En otras palabras, independientemente de la presencia o no de restricciones, México enfrenta en la energía sustentable un desafío estratégico.

En los últimos 15 años México se ha movido el turismo, con ascensos y descensos, en la franja de 20 millones de turistas internacionales al año y se realizan más de 140 millones de viajes turísticos domésticos. El gran objetivo nacional para el sector turístico es: “Hacer de México un país líder en la actividad turística a través de la diversificación de sus mercados, productos y destinos, así como del fomento a la competitividad de las empresas del sector de forma que brinden un servicio de calidad internacional²”

Resulta de sumo interés las relaciones transversales entre el uso más eficiente de la energía y el turismo que deben generarse entre las dos instituciones líderes en la materia: la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), acompañada de la Secretaría de Energía (SENER) y la Secretaría de Turismo (SECTUR). Estas relaciones pueden observarse desde el punto de vista de legislación en dónde se impulse la normatividad y el marco regulatorio que brinde certeza hacia la conservación de los recursos naturales como el agua y la energía vía la utilización de tecnologías eficientes y empleo de fuentes de energía renovable como la solar térmica para el calentamiento de agua, reduciendo con ello el uso de gas o energía eléctrica y la solar fotovoltaica para la generación de energía eléctrica, ya sea conectada a la red o no. A su vez el establecimiento de certificaciones y/o reconocimientos con

² SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, 2012.

vías a incrementar el compromiso hacia la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales. La utilización del sector hotelero como un instrumento para difundir las diversas tecnologías relacionadas con la eficiencia energética y energías renovables, puede servir de modelo hacia otros sectores productivos y que los campos de acción e interacción entre la CONUEE y la SECTUR pueden detonar el uso masivo de las energías sustentables. Vale la pena señalar que es posible generar un valor agregado para aquellos hoteles que adquieran el compromiso de hacer un uso más eficiente de la energía y aprovechen las energías renovables disponibles. Dicho valor agregado deberá ser, además de una actitud de compromiso, una herramienta que sirva como medio económico para la obtención de un mayor ingreso; que fomente la competitividad y eleve la calidad del servicio. De esta suerte, se plantea la necesidad de realizar una evaluación estadística que permita conocer la diversidad de la intensidad del consumo de energía en diferentes zonas climáticas y turísticas del país, sin pretender deslindar por zonas de intensidad turística de playa, arqueológica, histórica o de otra naturaleza.

El sector hotelero es un sector estratégico para la implementación de medidas que aseguren una edificación sustentable. Entre esos parámetros el uso eficiente de la energía es uno de los catalizadores más importantes para lograr ese objetivo. Esta propuesta tiene la finalidad de conocer los usos finales de la energía en el sector hotelero, su caracterización en función de los usos que se le da y cuantificarla con una aproximación lo más cercana a la realidad para después definir los proyectos que permitan obtener reducciones apreciables de la energía empleada. Tiene también la finalidad de obtener los indicadores de consumo y llegar a establecer la energía que se consume respecto a una variable o variables de referencia. Los indicadores energéticos de eficiencia energética han sido definidos para los diferentes grupos de hoteles de acuerdo con la clasificación de la Secretaría de Turismo.

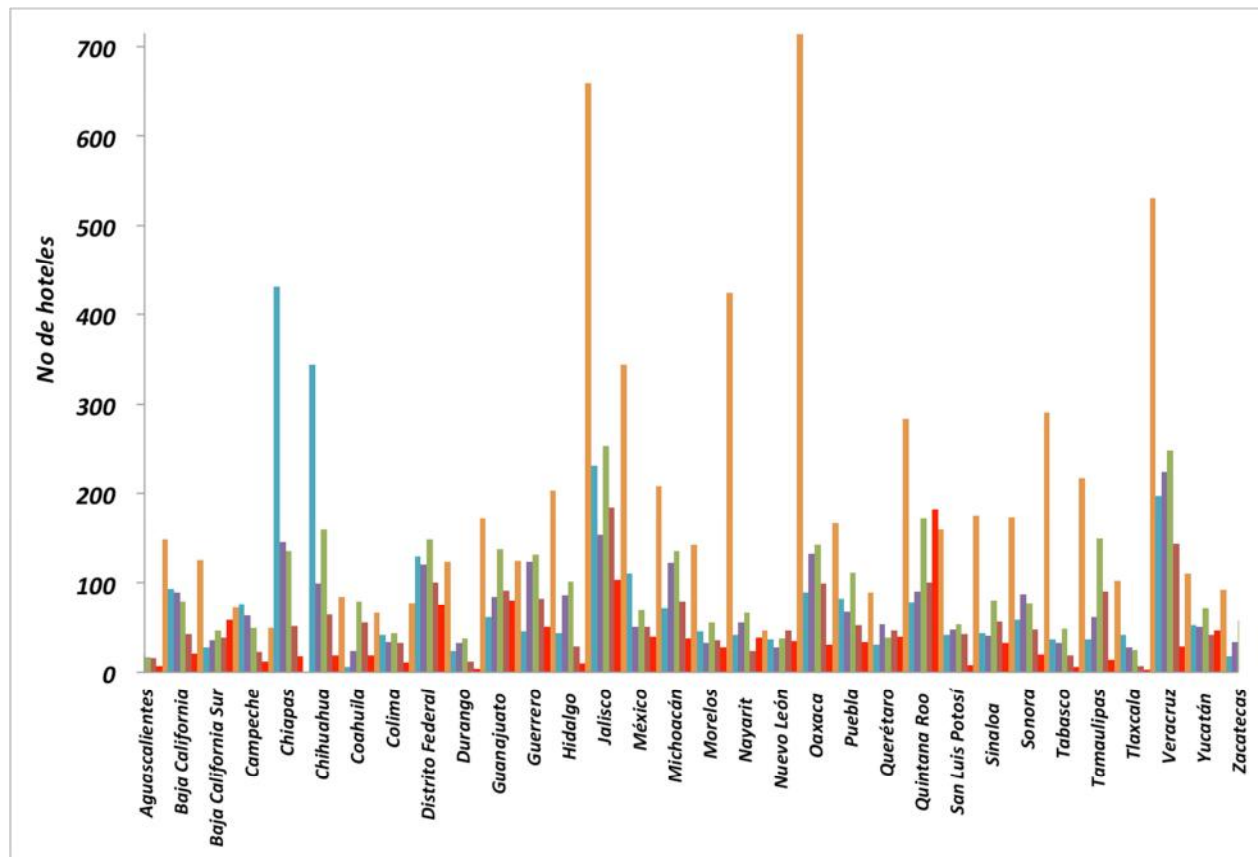
Para realizar este proyecto, se utilizaron las bases de datos emitidas por la SECTUR, INEGI, y las Cámaras o Asociaciones de hoteleros, así como algunas caracterizaciones y resultados obtenidos del estudio en estudios previos. También se elaboró una herramienta de encuesta para hacer el levantamiento de campo, que permitieron obtener los elementos de evaluación.

En México se tiene aproximadamente 17,294 hoteles³ que suman 651,160 habitaciones disponibles en todas las categorías de hoteles, moteles, casas de huéspedes, hostales, etc. De ese universo, se seleccionaron aquellos hoteles que puedan tener un potencial de ahorro de energía importante y como primera aproximación fueron aquellos que no pertenecen a ningún grupo corporativo transnacional o nacional, ya que estos establecen sus políticas operativas y estrategias de consumo de energía de forma centralizada.

En este estudio se abordaron aquellos hoteles independientes o de pequeños grupos hoteleros que han permitido destacar las bondades del ahorro de energía y la rentabilidad de los proyectos. Con este criterio los hoteles de 2 y 3 estrellas cumplen con esta característica y algunos de 4 estrellas. Los hoteles de una estrella o sin categoría han sido descartados debido a que su capitalización es probablemente pequeña y no pueden ser empleados como una fuente de comparación pero sí de propagación de los resultados que se obtuvieron en las dos categorías antes mencionadas, pese a que destaquen en número en muchos estados de la República Mexicana (figura 1).

³ SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, Datatur 2012; INEGI, Estadísticas del sector 2012.

Figura 1: Distribución de hoteles por categoría en los estados de la RM



Construcción de IPSE a partir de: SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, Datatur 2012; INEGI, Estadísticas del sector 2012

En México existen al 2011, 3,064 hoteles de tres estrellas equivalentes al 17.72% del total y 2357 hoteles de dos estrellas que equivalen al 13.63%. Ambos representan el 31.35%. Si se suman, en una primera aproximación, el 50% de los hoteles de 4 estrellas (que se estima no pertenecen a ningún grupo corporativo grande) cuyo gran total es de 1860 hoteles (10.75%) con 126,347 habitaciones (19.40%) entonces se agregan 930 hoteles que harán un total de 6,351 hoteles (36.73%) con una elevada probabilidad de capacidad para la implementación de acciones de ahorro de energía y reducciones importantes de gases efecto invernadero.

El objetivo del estudio es encontrar los nichos de aplicación de acciones de las tecnologías de ahorro de energía por uso final de energía eléctrica y térmica y evaluar su viabilidad técnica, su rentabilidad económica y el impacto en las reducciones de gases efecto invernadero en función del energético empleado y su extrapolación al universo de hoteles de las categorías mencionadas en diferentes regiones climáticas.

2 Antecedentes y Marco de Referencia

A nivel mundial, los edificios son responsables del 33% de las emisiones de dióxido⁴ de carbono (CO₂) y el 40% del consumo de materias primas. Tanto la eficiencia energética como la responsabilidad social y medioambiental corporativa son algunos de los catalizadores que están transformando el mercado inmobiliario internacional en estos momentos. Cada vez resulta imprescindible:

- Disponer de herramientas informáticas para diseñar las soluciones arquitectónicas idóneas,
- Obtener certificaciones que garanticen la sostenibilidad de las edificaciones, desde los puntos de vista energético, ambiental y confort de los ocupantes,
- Contar con la línea base de consumo de energía en las edificaciones según su giro e intensidad de uso,
- Evaluar tanto la energía consumida en el proceso de construcción e implantación como la empleada durante el funcionamiento de lo edificado, y
- Diseñar estrategias para el empleo de tecnología eficiente energéticamente y de fuentes renovables de energía en el medio construido.

Los inversionistas y promotores están incorporando esta sensibilidad, no sólo para el cumplimiento de la normativa cada vez más exigente, sino porque los beneficios económicos y ambientales resultan cuantificables en términos de inversión, demanda y valorización del activo. A nivel de referencia, en España actualmente invertir en un inmueble verde o solicitarlo como usuario es parte de la estrategia de muchas promotoras de edificios. De hecho se ha venido realizando la certificación de los edificios en eficiencia energética. Recientemente se ha publicado el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril de 2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Las exigencias relativas a la certificación energética de edificios establecidas en la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, se transpusieron en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, mediante el que se aprobó un Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, quedando pendiente de regulación, mediante otra disposición complementaria, la certificación energética de los edificios existentes. El real decreto establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que deberá incluir información objetiva sobre la eficiencia energética de un edificio y valores de referencia tales como requisitos mínimos de eficiencia energética con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o de una unidad de éste puedan comparar y evaluar su eficiencia energética. Los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios o unidades de éste no se incluyen en este real decreto, ya que se establecen en el Código Técnico de la Edificación. De esta forma, valorando y comparando la eficiencia energética de los edificios, se favorecerá la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía. Además, este real decreto contribuye a informar de las emisiones de CO₂ por el uso de la energía proveniente de fuentes emisoras en el sector

⁴ Documento Técnico I del IPCC 1996. Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático, Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático

residencial, lo que facilitará la adopción de medidas para reducir las emisiones y mejorar la calificación energética de los edificios. Se establece el Procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en su consumo energético, así como las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los edificios.

Una disposición adicional establece que las certificaciones de edificios pertenecientes y ocupados por las Administraciones públicas podrán realizarse por técnicos competentes de sus propios servicios técnicos. Mediante otra disposición adicional se anuncia la obligación requerida consistente en que, a partir del 31 de diciembre de 2020, los edificios que se construyan sean de consumo de energía casi nulo, en los términos que reglamentariamente se fijen en su momento a través del Código Técnico de la Edificación, plazo que en el caso de los edificios públicos, se adelanta dos años (BOE, 89).

En México llegará el día en que se tenga que realizar una acción similar. Es importante reconocer la importancia del consumo de energía en la edificación y el impacto de ésta en el medio ambiente. De ahí se desprende que pronto se emprenderán acciones de certificación en eficiencia energética en las edificaciones nacionales y que será necesario incrementar las inversiones para lograr esa certificación.

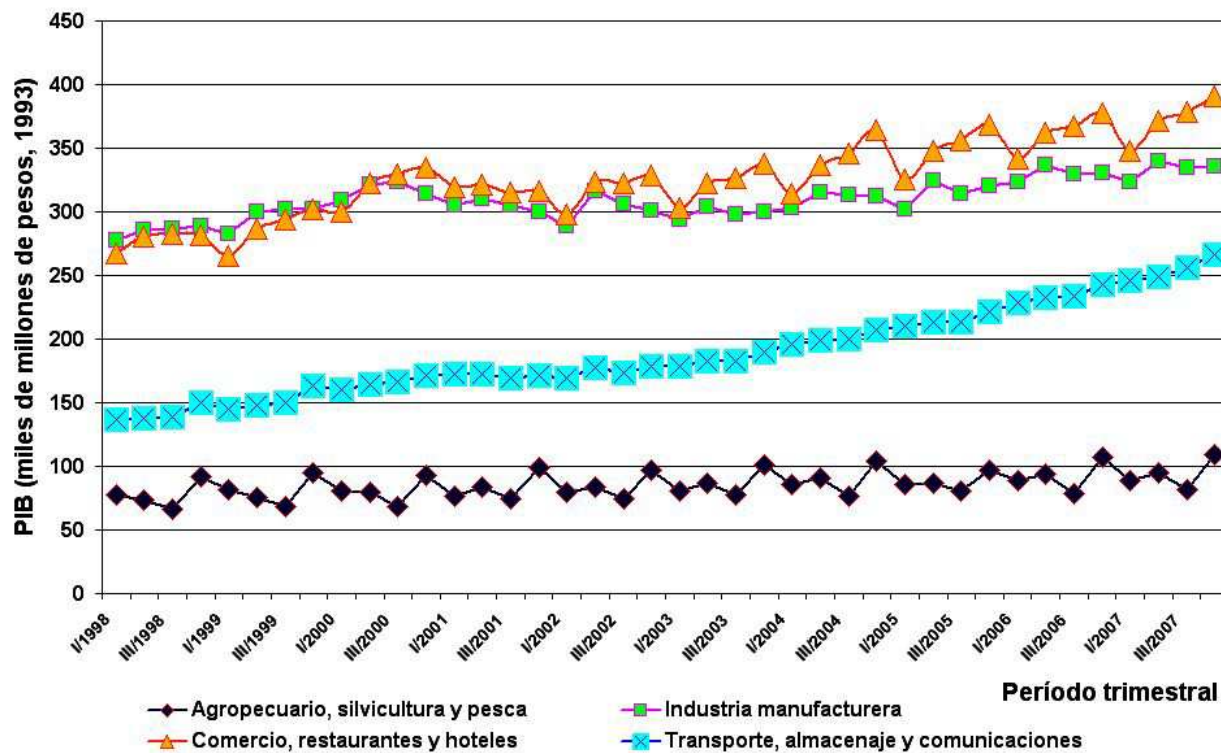
El sector hotelero es un medio construido estratégico para la implementación de medidas que aseguren una edificación sustentable. El uso eficiente de la energía es uno de los catalizadores más importantes para lograr ese objetivo. Este proyecto tiene la finalidad de conocer los usos finales de la energía en el sector hotelero, su caracterización en función de los usos que se le da y cuantificarla con una aproximación lo más cercana a la realidad para después definir los proyectos que permitan obtener reducciones apreciables de la energía empleada. Tiene también la finalidad de obtener los indicadores de consumo y llegar a establecer la energía que se consume respecto a una variable o variables de referencia. Los indicadores energéticos de eficiencia energética deberán ser definidos para los diferentes grupos de hoteles de acuerdo con la clasificación de la Secretaría de Turismo y ser una PyME, de acuerdo con la clasificación de la Secretaría de Economía.

Aún y cuando es evidente un proceso de crecimiento del sector de servicios (que ha crecido más que el industrial desde el año 2000⁵, (figura 2) y en donde el desarrollo de vivienda es uno de los fenómenos más importantes de la economía en los últimos años, el consumo de energía en el espacio construido ha tenido poca atención de quienes manejan las estadísticas de consumo de energía (CFE, SENER). Una de las razones por las que se hace esta omisión es por la manera en la que CFE contabiliza el uso de la energía. En el caso de la electricidad, la empresa eléctrica maneja las estadísticas de sus usuarios en función de las tensiones de servicios (voltaje de suministro) más que por los sectores que atienden. Sin embargo, cuando la empresa eléctrica agrupa a conjuntos de tarifas por sectores, ubican bajo el concepto de “comercial” a usuarios en baja tensión (tarifas 2 y 3) y de “servicios” a las que corresponden a servicios municipales (alumbrado y bombeo de agua); tarifas 5, 5A y tarifas 9. Bajo el concepto de “mediana industria” ubica a los usuarios en media tensión (tarifas OM y HM). Sin embargo los datos recopilados por la CONUEE en su programa de edificios públicos y los resultados de las encuestas levantadas en este estudio, la mayoría de las instalaciones del sector servicios (desde restaurantes hasta los grandes almacenes, incluyendo por supuesto a los hoteles) están

⁵ INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México (datos disponibles hasta 2008)

dentro de la categoría de “mediana industria”. Esto lleva, por supuesto, a que se subestime considerablemente al sector terciario como consumidor de energía eléctrica y a que, por lo mismo, se consideren de poca importancia los esfuerzos para mejorar su eficiencia energética. Esta situación se refleja en las estadísticas nacionales del Balance Nacional de Energía donde se tiene como categoría de consumo final de energía a la de “Residencial, comercial y público” y en la que el consumo de electricidad refleja exactamente las categorías que refieren las estadísticas de la CFE. El análisis de la información disponible hace evidente que la forma en la que actualmente se pondera el consumo de energía en los inmuebles de uso no residencial, que corresponden al sector de servicios (como son hoteles, escuelas, bancos, restaurantes y centros comerciales), los subestima significativamente como usuarios de energía.⁶

Figura 2: Incremento del PIB en diferentes sectores productivos en períodos cuatrimestrales.



Fuente: Construcción propia a partir de información del INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México (datos disponibles hasta 2008).

2.1 Hoteles en México

En el 2011⁷ en México había 3,064 hoteles de tres estrellas (17.72% del total) y 2357 hoteles de dos estrellas (13.63%). Ambos representan el 31.35%. En la figura 3 se presenta la proporción de hoteles de 2 y 3 estrellas en los estados de la República Mexicana. Se aprecia que son los

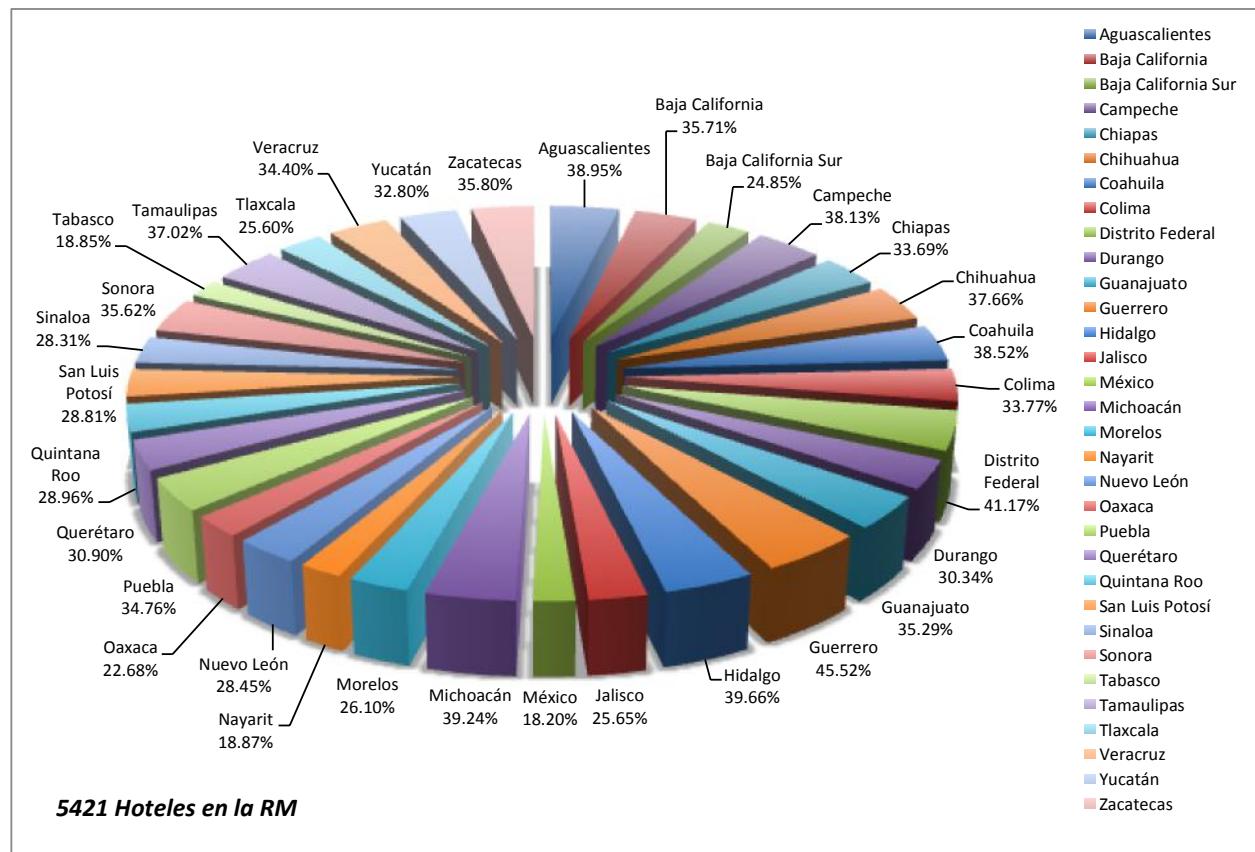
⁶ La importancia del consumo de energía en inmuebles no residenciales en México y su evidente subestimación en las estadísticas nacionales. Odón de Buen R. Transición Energética, 21 de noviembre de 2006

⁷ Estadística más reciente en este sector: SECTUR, Subsecretaría de Fomento Turístico. Datatur 2012.

estados de Guerrero (45.52%), DF (41.17%), Hidalgo (39.66%), Michoacán (39.24%), Aguascalientes (38.95%), Coahuila (38.25%) y Chihuahua (37.66%) los que cuentan con mayor proporción de hoteles en estas categorías. Si se suma, en una primera aproximación, el 50% de los hoteles de 4 estrellas (que se estima no pertenecen a ningún grupo corporativo), esto es 930 hoteles hacen un total de 6351 hoteles con una elevada probabilidad de capacidad para la implementación de acciones de ahorro de energía y reducciones importantes de emisiones de gases efecto invernadero. En este estudio se han abordado los hoteles de 2 y 3 estrellas y algunos pocos de 4 estrellas como una referencia al consumo.

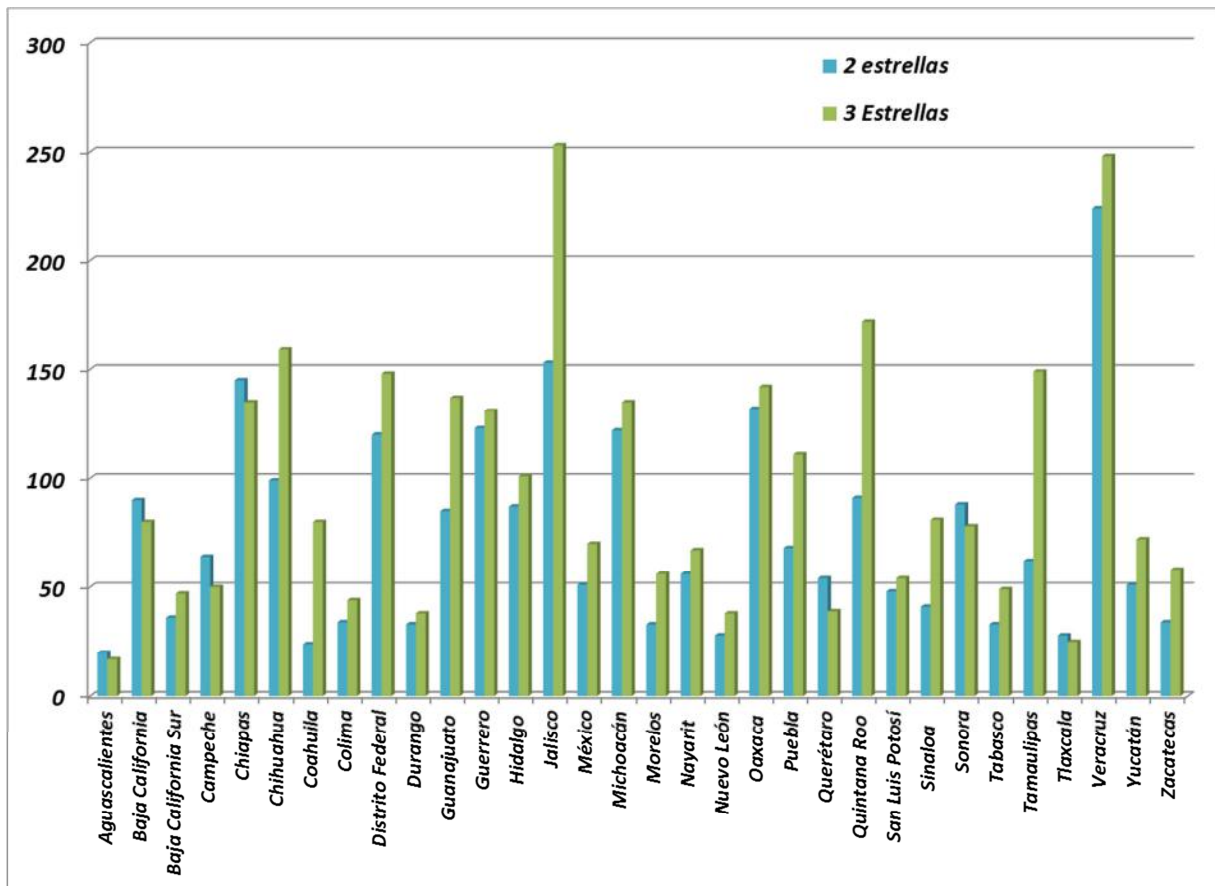
La figura 4 muestra la relación entre el número de hoteles de 2 y 3 estrellas en cada uno de los estados del país. Se observa que son los estados de Jalisco, Veracruz, Quintana Roo y Chihuahua quienes tienen el mayor número de hoteles en estas categorías.

Figura 3: Proporción de hoteles de 2 y 3 estrellas en los estados del País



Construcción de IPSE a partir de: SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, Datatur 2012; INEGI, Estadísticas del sector 2012

Figura 4: Número de hoteles de 2 y 3 estrellas en los estados del país



Construcción de IPSE a partir de: SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, Datatur 2012; INEGI, Estadísticas del sector 20

Las estadísticas en México en cuanto a la relación de beneficio económico de los hoteles son muy inciertas. Se reporta que de los ingresos de un hotel de 4 o 5 estrellas, que cuentan con servicios adicionales a las habitaciones (salones de eventos, boutiques, tiendas, restaurantes, gimnasio, alberca, etc.), aproximadamente el 67% es derivado de la renta de los cuartos⁸. Los beneficios totales de un hotel son una función multi-variable, pero que están íntimamente asociados con las condiciones económicas que privan en cada región y del tipo de turismo que reciben. Con objeto de tener un parámetro de partida para la evaluación de los beneficios económicos derivado de la aplicación de tecnologías para el uso eficiente de la energía y de fuentes de energía renovable en los hoteles, se han tomado, como una primera aproximación, las estadísticas en hoteles de Norteamérica. La tabla 2 muestra los beneficios obtenidos por hoteles estadounidenses que se reportan en el PKF: U.S. HOTELS BREAK THREE-YEAR LOSING STREAK, 2004; 2005 Trends in the hotel industry⁹.

⁸ U.S. HOTELS BREAK THREE-YEAR LOSING STREAK, 2004. En: http://www.pkfc.com/en/pkfhhome/freestuff/industryreports/IR2005_04B.aspx

⁹ Reporte gratuito

Tabla 2: Comportamiento de Hoteles de Estados Unidos de América, 2004

Tipo de hotel	Total de ingresos ¹⁰	Beneficios de operación*	Beneficio Marginal
Full Services	\$40,371.00	\$8,842.00	21.90%
Limited Services	\$15,830.00	\$5,311.00	33.55%
Resort	\$86,640.00	\$20,689.00	23.88%
Suite	\$27,220.00	\$8,764.00	32.20%
Convention	\$59,549.00	\$15,305.00	25.70%
Todos los hoteles	\$39,938.00	\$9,984.00	25.00%
Promedio	\$44,924.67	\$11,482.50	25.56%

* Antes de deducciones de reserva de capital, renta, intereses, impuestos, depreciación y amortización.

Fuente: PKF Consulting, 2005 Trends in the hotel industry.

Con esa información y ante la ausencia de información en México, para fines del presente estudio se propone una relación 70/30 para México. Esto es 30% de beneficio marginal. De los costos de operación, el costo de la energía es el segundo o tercero de los gastos de operación, después de los costos laborales e insumos (Tabla 3), el cual está entre 5 y 20%. Esta proporción varía fuertemente en función de la categoría del hotel, el tamaño del hotel, los servicios que ofrece y su ubicación geográfica.

Tabla 3: Proporción de gastos de operación clásicos promedio en un hotel en México.

Concepto	% de costo de operación
Salarios y prestaciones	35 – 60
Administración	3 – 12
Energía	5 – 20
Insumos y otros	30 - 50

Fuente: Estimado a partir de datos de 10 diagnósticos energéticos previos realizados por IPSE y a partir de la relación descrita en la tabla 2.

2.2 Indicadores Energéticos

La elaboración de indicadores energéticos es una tarea imprescindible para tener los parámetros de referencia de consumo de energía en función de una variable que responda

¹⁰ (Dólares por habitación disponible por año)

preferentemente de manera lineal. Así, se tiene el antecedente que el FIDE en una de sus hojas caso, los hoteles de 5 estrellas consumen entre 10 y 42 MWh/habitación-año (Tabla 4). Esta información se difundió en un artículo que distribuyó Funtener en noviembre del 2006, en la que se puede apreciar también un indicador en forma anual o mensual. Si bien estos hoteles han realizado acciones de eficiencia energética, no han alcanzado su máxima eficiencia, nótese el que indicador mensual está en el intervalo de 800 a 3500 kWh/habitación-mes. Esa elevada demanda suele deberse a la utilización de tecnología que requiere mucha energía para ofrecer el confort que demandan los usuarios, i.e. aire acondicionado, para un gran número de huéspedes, a la categoría del hotel y a los servicios adicionales que ofrecen. La inmensa mayoría de los hoteles y complejos turísticos cubren sus necesidades energéticas adquiriendo energía eléctrica que ha sido producida en un 80% por hidrocarburos (carbón, petróleo y gas natural) proveniente de la CFE.

Tabla 4: Consumo medio de energía eléctrica en cuatro hoteles seleccionados (hoteles 5 estrellas).

Hotel	Localización	Consumo MWh/año	No. habitaciones	Consumo unitario kWh/habitación mes	Consumo unitario kWh/habitación año
Camino Real	Cancún	10,824	381	2367	28409
Maya Sol	Tuxtla Gutiérrez	612	64	797	9563
Westin	Ixtapa	9,768	428	1902	22822
El Cozumeleño	Cozumel	4,200	100	3500	42000
Beach Palace	Cancún	3,864	229	1406	16873

Fuente: Hoja de Caso FIDE: Diagnóstico energético en Hoteles, 2005.

Las mejoras en las prácticas de administración interna y las medidas para incrementar la eficiencia energética, así como la utilización de energías renovables pueden disminuir la dependencia de energía generada con combustibles fósiles. Las inversiones en un uso más eficiente de la energía y sustitución energética con tecnologías de energías renovables, asociado con prácticas de gestión energética interna más acertadas, pueden reducir considerablemente los gastos de operación y en específico de energía, con períodos de amortización de las inversiones relativamente cortos que van desde unos cuantos meses hasta tres o cuatro años; aunque en promedio, la recuperación de las inversiones es de dos años.

El uso de energías renovables puede mitigar la contaminación del medio ambiente, mantener la calidad del destino y mejorar la experiencia del huésped. La eficiencia energética y las prácticas de conservación pueden mejorar la imagen ante los huéspedes y otras personas interesadas en la reducción del consumo energético mundial y los efectos del cambio climático.¹¹

¹¹ Guía Práctica de Buenas Prácticas. Gestión de cuestiones ambientales en el sector de alojamiento. The center for Environmental Leadership. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

La distribución del consumo energético, entre energía eléctrica y energía térmica, demandada por un hotel, depende de varios factores: del tipo y tamaño del hotel, de su situación geográfica, categoría, los servicios que ofrece, el tipo de huéspedes que recibe (turismo, negocios, placer, etc.) por mencionar algunos factores relevantes. Por ello, al considerar el potencial de ahorro de energía o bien la sustitución energética por tecnologías de fuentes de energía renovables, hay que tomar en cuenta el conjunto de características que existen en un hotel. Otro factor que influye de manera determinante en este reparto es el sistema utilizado para la calefacción o aire acondicionado del hotel. Aunque el sistema tradicional utilizado para la calefacción y calentamiento de agua consiste en el empleo de calderas de agua caliente o generación de vapor, cada vez más se emplean sistemas basados en bombas de calor, con lo cual disminuye considerablemente el consumo de energía térmica, incrementándose en contrapartida el consumo de energía eléctrica.¹² Para el Aire acondicionado, es muy frecuente aún encontrar sistemas de tipo ventana, que entre la tecnología del sector, es la menos eficiente.

Por lo general, estos establecimientos no realizan un control riguroso del consumo energético, y en algunos casos no conocen al detalle las instalaciones energéticas del hotel. Por lo tanto, aunque el consumo de energía es uno de los principales costos del establecimiento, buena parte de los hoteles presentan niveles de eficiencia energética bajos. El hecho de no realizar medidas de ahorro energético va ligado a un desconocimiento por parte de los profesionales del sector de las soluciones tecnológicas para la reducción del consumo energético, que en algunos casos son de una gran sencillez.

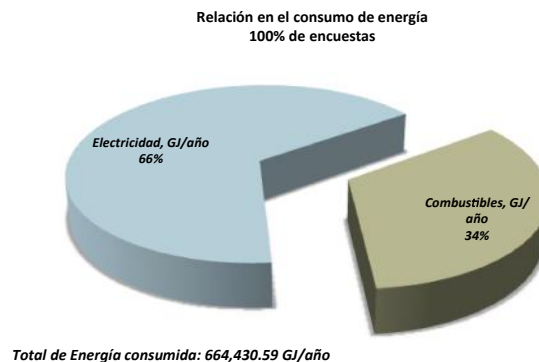
2.2.1 Indicadores de consumo de energía eléctrica

A partir de datos de consumo obtenidos en hoteles de 2 y 3 estrellas e incluidos un 4% de hoteles de 4 y 5 estrellas¹³, se ha estimado la proporción del consumo de combustibles y electricidad. En la figura 5, se muestra la distribución de ese consumo, en la cual se aprecia un predominio del consumo eléctrico sobre el consumo térmico, aunque hay que tener en cuenta que a nivel individual existen grandes diferencias respecto de esta distribución, en función de los factores mencionados.

¹² “Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana”. AVEN, Agencia Valenciana de la Energía, C/ Colón, 1-4ª, 46004 VALENCIA

¹³ Se incluyeron debido a la no participación en las encuestas de hoteles de 2 y 3 estrellas, principalmente en la región de la Riviera Maya.

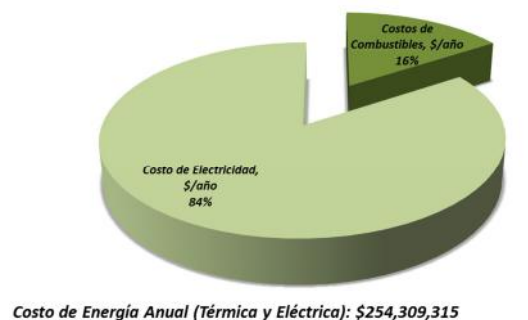
Figura 5: Distribución del consumo de energía en hoteles de 2 y 3 estrellas



Fuente: Elaboración propia IPSE a partir de la encuestas realizadas.

Al tener en cuenta los costos energéticos medios para las distintas fuentes de energía utilizadas por el sector, la distribución de costos energéticos entre la energía eléctrica y la energía térmica consumida por el sector se muestran en la figura 6. Se aprecia que la distribución de costos varía sensiblemente, incrementándose para la energía eléctrica. Esta diferencia es normal, ya que la calidad de la energía no es la misma.

Figura 6: Distribución de costos del consumo de energía en hoteles de 2 y 3 estrellas.



Fuente: Elaboración propia IPSE a partir de la encuestas realizadas.

Puesto que el consumo de energía de una instalación hotelera oscila entre un 5% y un 20 % de los gastos de operación, el ahorro de energía puede contribuir de manera significativa a la reducción de los costos de un hotel. Generalmente, los hoteles consumen, por una parte, energía eléctrica, para su consumo en alumbrado, ascensores, bombeo de agua, aire acondicionado, maquinaria eléctrica de cocinas, restaurante, lavandería, etc. También se están implantando, cada vez con mayor frecuencia, las bombas de calor eléctricas, que permiten el suministro de calefacción durante los meses fríos o para la calefacción en albercas. Los hoteles consumen algún combustible, que se utiliza para la producción de agua caliente sanitaria, para la calefacción de la piscina cubierta (si se dispone de ella), y también para el suministro de la cocina. La distribución del consumo energético en el sector hotelero es muy variada y su cuantificación depende de los diferentes servicios que suministra un hotel. Por ello es importante la segmentación del sector en función de variables como hoteles de ciudad y playa, clima, categoría del hotel, con servicios adicionales o sin ellos, región turística y de negocios o ambos, entre los más importantes. Los de ciudad tenderán a tener un menor consumo de

energía a los de playa. En estos últimos el incremento en consumo se deriva principalmente por el uso intensivo del aire acondicionado y servicios adicionales.

Como un parámetro de referencia, el documento que publica la comunidad valenciana, antes citado, se rescata una distribución media que puede ser validada para México para los sitios de zonas cálidas. La figura 7 muestra esa distribución, la que permite tener una idea clara sobre los equipos de mayor consumo de energía. Para un hotel situado cercano a la costa o en una región calurosa, como es el caso de Puerto Peñasco, el consumo de energía será predominantemente debido al aire acondicionado para las habitaciones. Para los sitios de la región de clima templado subhúmedo (DF, Guanajuato), es diferente ya que su consumo de aire acondicionado, para aquellos que lo tienen, es bajo respecto a otros consumos de electricidad.

Figura 7: Distribución de los consumos de energía en un hotel.



Fuente: Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana". AVEN, Agencia Valenciana de la Energía, C/ Colón, 1-4ª, 46004 VALENCIA

Todo parece indicar que entre mayor es la categoría del hotel, mayor es el consumo de energía eléctrica. En la tabla 5, se presenta la relación entre la categoría del hotel y el consumo de energía eléctrica. En un estudio realizado por la Fundación Red de Energía BUN-CA sobre eficiencia energética en el sector hotelero¹⁴ presenta algunos indicadores de consumo de energía que se muestran en la tabla mencionada para las diferentes categorías de hoteles. Se puede observar que a mayor categoría del hotel, mayor es el consumo de energía. Aquí no se señala el número de habitaciones que tiene por categoría, aunque menciona que es un hotel medio.

Tabla 5: Consumo energético medio anual en hoteles en función de la categoría

Categoría del hotel	Consumo medio kWh/año
1 Estrella	230,700
2 Estrella	470,000
3 Estrella	1,276,700
4 Estrella	1,914,500
5 Estrella	2,460,900

Fuente: Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana". AVEN, Agencia Valenciana de la Energía, C/ Colón, 1-4ª, 46004 VALENCIA

¹⁴ Eficiencia Energética en el Sector Hotelero, Experiencia Costa Rica, Estudio de Caso. Desarrollado por la Fundación Red de Energía BUN-CA en el marco de la estrategia regional de eficiencia energética. ISBN 9968-904-08-2, octubre de 2006.

Una de las mejores referencias en cuanto a los indicadores de consumo de energía lo tiene la Guía de Ahorro de Energía y Eficiencia Energética en establecimientos Hoteleros de la Comunidad de Valencia, España¹⁵, que presenta una clasificación de los hoteles en función del grado de eficiencia energética, desde excelente hasta deficiente, y los servicios principales prestados: aire acondicionado, lavandería, piscina cubierta o sin cubierta. Se observa el amplio margen de consumo que se puede tener en un hotel, en función de su tamaño y sus instalaciones (tabla 6). En esta tabla se construye un indicador de consumo de energía en función del área ocupada por los huéspedes y los principales servicios prestados, sin embargo no se considera la categoría del hotel, que influye considerablemente en el consumo de energía.

Tabla 6: Indicadores de consumo eléctrico en hoteles para diferentes niveles de eficiencia energética, kWh/m²-año

PARÁMETROS DE EFICIENCIA EN HOTELES						
Relación de eficiencia	Excelente	Buena		Pobre		Deficiente
	Menor a	Entre	y	Entre	y	Mayor a
A) Hoteles grandes (más de 150 habitaciones) con aire acondicionado, lavandería y piscina cubierta						
Electricidad (kWh/m2-año)	165	165	200	200	250	250
Electricidad (kWh/m2-mes)	13.8	13.8	16.7	16.7	20.8	20.8
B) Hoteles tamaño medio (50 a 150 habitaciones) con aire acondicionado y calefacción, sin lavandería						
Electricidad (kWh/m2-año)	70	70	90	90	120	120
Electricidad (kWh/m2-año)	5.8	5.8	7.5	7.5	10.0	10.0
C) Hoteles tamaño pequeño (menor a 50 habitaciones) con aire acondicionado y calefacción en algún sitio, sin lavandería						
Electricidad (kWh/m2-año)	60	60	80	80	100	100
Electricidad (kWh/m2-año)	5.0	5.0	6.7	6.7	8.3	8.3

Fuente: Guía de Ahorro de Energía y Eficiencia Energética en establecimientos Hoteleros de la Comunidad de Valencia, España⁷⁸

La tabla 6 se puede reconstruir como el consumo de energía por habitación por año. Para ello se debe considerar el área de la habitación en función del tamaño y categoría del hotel. El criterio que se ha optado en este informe, es de proponer esa área de la habitación. Así, una habitación de un hotel grande (más de 150 habitaciones) tiene una superficie de 35 m². Un hotel mediano tendrá una habitación de 25 m² y uno chico el área será de 20 m². Con estos parámetros será posible redefinir esos indicadores por habitación por año (tabla 7). Cabe señalar que para el caso de habitaciones de diferente área, el índice se debe dividir entre el

¹⁵ Agencia Valenciana de la Energía; C/ Colón, 1 – 4ª; 46004 Valencia España. <http://www.aven.es>; <http://gva.es/aven>

área real y multiplicar por el área correspondiente mencionada arriba. Esta operación generará el nuevo indicador para ese tipo de habitación y, es evidente, que se debe considerar en cada caso el factor de ocupación.

Esta tabla es genérica para cualquier hotel, sin embargo no toma en cuenta si se trata de un hotel de ciudad o de playa, la categoría del hotel y menos aún el clima específico en el que esta situado el hotel. Finalmente para poder tener una mejor idea de estos indicadores, en donde esté en juego la categoría del hotel y si se trata de un hotel de ciudad o de playa, o el tipo de clima en el que está situado, en este informe se ha elaborado una tabla guía en la que adicionalmente se ha tomado en cuenta la categoría del hotel y el clima.

Tabla 7: Indicadores de consumo energético para diferentes niveles de eficiencia energética, kWh/habitación-año.

PARÁMETROS DE EFICIENCIA EN HOTELES						
Relación de eficiencia	Excelente Menor a	Buena Entre y		Pobre Entre y		Deficiente Mayor a
A) Hoteles grandes (más de 150 habitaciones) con aire acondicionado, lavandería y piscina cubierta						
Electricidad (kWh/hab-año)	5775	5775	7000	7000	8750	8750
Electricidad (kWh/hab-mes)	481.3	481.3	583.3	583.3	729.2	729.2
B) Hoteles tamaño medio (50 a 150 habitaciones) con aire acondicionado y calefacción, sin lavandería						
Electricidad (kWh/hab-año)	1750	1750	2250	2250	3000	3000
Electricidad (kWh/hab-mes)	145.8	145.8	187.5	187.5	250.0	250.0
C) Hoteles tamaño pequeño (menor a 50 habitaciones) con aire acondicionado y calefacción en algún sitio, sin lavandería						
Electricidad (kWh/hab-año)	1200	1200	1600	1600	2000	2000
Electricidad (kWh/hab-mes)	100.0	100.0	133.3	133.3	166.7	166.7

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía de Ahorro de Energía y Eficiencia Energética en establecimientos Hoteleros de la Comunidad de Valencia, España.

2.2.2 Indicadores de consumo de energía térmica

A partir de la misma Guía de Ahorro de Energía y Eficiencia Energética en establecimientos Hoteleros de la Comunidad de Valencia, España¹⁶, se presenta una clasificación de los hoteles en función del grado de eficiencia energética térmica (combustibles), desde excelente hasta deficiente, se observa que al igual de los parámetros eléctricos, existe un amplio margen de consumo de energía térmica en un hotel (tabla 8), aunque considera la energía térmica empleada para la calefacción, lo cual prácticamente no aplica para el caso de los hoteles en México. El indicador en esta tabla la presentan por unidad de área, sin embargo aquí se ha hecho la transformación a unidades por habitación, aplicando los mismos criterios empleados en el caso de la energía eléctrica. La relación que existe entre el uso de energía eléctrica y térmica es de 45.21% de energía eléctrica para grandes hoteles, 26.92 para hoteles de entre 50

¹⁶ Agencia Valenciana de la Energía; C/ Colón, 1 – 4ª; 46004 Valencia España. <http://www.aven.es>; <http://gva.es/aven>

y 150 habitaciones y 25% para hoteles pequeños. Sin embargo para el caso mexicano es diferente, como se observará en la discusión de resultados.

Tabla 8: Indicadores de consumo de energía térmica para diferentes niveles de eficiencia energética, kWh/habitación-año.

PARÁMETROS DE EFICIENCIA EN HOTELES						
Relación de eficiencia	Excelente	Buena		Pobre		Deficiente
	Menor a	Entre y		Entre y		Mayor a
A) Hoteles grandes (más de 150 habitaciones) con aire acondicionado, lavandería y piscina cubierta						
Combustibles (kWh/hab-año)	7000	7000	8400	8400	10500	10500
Combustibles (kWh/hab-mes)	583.3	583.3	700.0	700.0	875.0	875.0
B) Hoteles tamaño medio (50 a 150 habitaciones) con aire acondicionado y calefacción, sin lavandería						
Combustibles (kWh/hab-año)	4750	4750	5750	5750	6500	6500
Combustibles (kWh/hab-mes)	395.8	395.8	479.2	479.2	541.7	541.7
C) Hoteles tamaño pequeño (menor a 50 habitaciones) con aire acondicionado y calefacción en algún sitio, sin lavandería						
Combustibles (kWh/hab-año)	3600	3600	4200	4200	4800	4800
Combustibles (kWh/hab-mes)	300	300	350	350	400	400

Fuente: Guía de Ahorro de Energía y Eficiencia Energética en establecimientos Hoteleros de la Comunidad de Valencia, España⁷⁸

Como parte esencial de los antecedentes a este proyecto, en 2011 el Gobierno Mexicano solicitó apoyo al Gobierno Alemán para el diseño de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA por sus siglas en inglés), lo que dio origen al “Programa NAMA mexicano-alemán” a ejecutarse entre 2011 y 2015. Dentro de éste, uno de los sectores a trabajarse es el de la pequeña y mediana empresa (PyME). La NAMA PyME iniciará complementando al Programa de Ahorro y Eficiencia Energética Empresarial (PAEEEM) de la Secretaría de Energía en sus modalidades masiva (por tecnología) e individual (por sector).

En ese acuerdo, se propuso que el primer sector a trabajarse en la modalidad individual será el hotelero, para lo cual resulta de gran utilidad caracterizar sus usos finales de energía eléctrica y térmica, conocer su desempeño energético actual y de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en diversos destinos, y definir un punto de referencia para estimar el impacto de cualquier intervención. A raíz de ese acuerdo, GIZ convocó a la realización del proyecto “Diseño de un benchmarking energético en el sector hotelero PyME y acompañamiento en su implementación en destinos turísticos mexicanos” de donde se desprende el presente informe y cuyos objetivos y alcances se describen a continuación.

3 Objetivo y Alcances

Los objetivos de este estudio son:

3.1 Objetivos

El objetivo general es caracterizar los usos finales de energía eléctrica y térmica, conocer su desempeño energético actual y de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del sector hotelero en diversos destinos, por región climática y categoría de los hoteles. Definir un punto de referencia para estimar el impacto de cualquier intervención en materia de ahorro y uso eficiente de la energía. Para lograrlo se ha diseñado un estudio de benchmarking (evaluación comparativa) en una muestra representativa de los principales destinos turísticos nacionales con los objetivos particulares que se enlistan a continuación:

- Diseñar una metodología para el estudio de benchmarking energético en el sector hotelero PyME para una muestra de destinos turísticos nacionales, con el fin de caracterizar su desempeño energético y potencial de ahorro por categoría de hotel y región climática.
- Apoyar en la implementación y validación del estudio de benchmarking, así como en el procesamiento de la información recabada, para caracterizar y comparar energéticamente a los hoteles y destinos seleccionados, para establecer una línea base de consumo energético por categoría, número de habitaciones y otros servicios prestados.

3.2 Alcances

Este trabajo busca concentrarse en hoteles de categorías 2 y 3 estrellas con capacidades comprendidas en un rango orientativo de 100 a 250 habitaciones y ubicados en ciudades representativas de las principales zonas bioclimáticas del país (Tabla 9). En algunos casos se abordaron hoteles de 4 estrellas que no pertenecen a grupos corporativos y se encuentran dentro del intervalo de habitaciones mencionadas. Se estableció como meta alcanzar 330 hoteles encuestados repartidos entre los 6 estados.

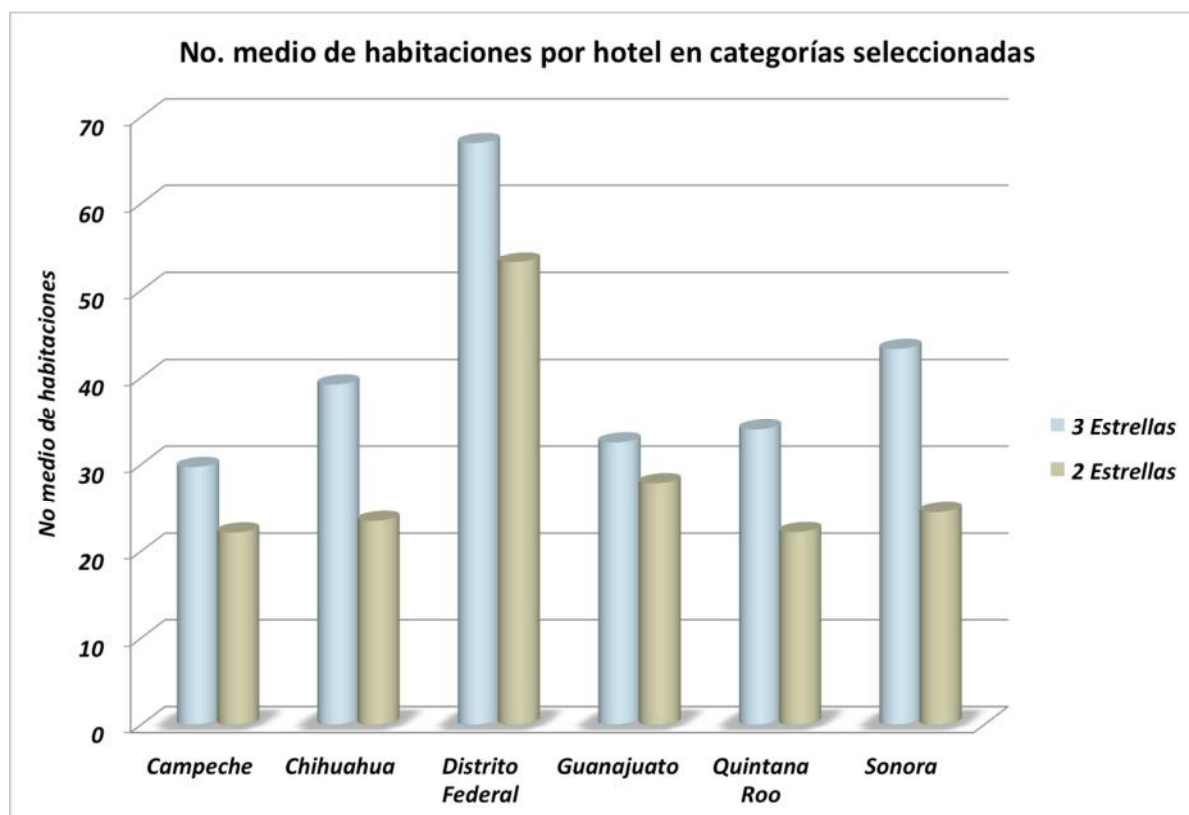
Para este estudio se seleccionaron cinco regiones climáticas y seis estados del país: D.F., para Campeche se seleccionó la ciudad capital, Ciudad del Carmen; para Chihuahua se seleccionó Ciudad Juárez y la ciudad de Chihuahua; En Sonora se abordaron las ciudades de Hermosillo, Caborca y Puerto Peñasco; En Guanajuato, se evaluaron hoteles en la Ciudades de Guanajuato, Celaya, Irapuato, León y San Miguel de Allende, en Quintana Roo, se estudió la Riviera Maya.

Derivado que en la gran mayor parte de los hoteles en las zonas seleccionadas cuentan con un número de habitaciones menor que las previstas para el estudio, se modificaron los alcances al número de habitaciones que tuvieran los hoteles, sin restricción alguna. En la figura 8 se muestra el número de habitaciones promedio del conjunto de hoteles de 2 y 3 estrellas en los estados seleccionados.

Tabla 9: Selección de las regiones climáticas y número de hoteles encuestados

Lugar	Región Climática	Clima	N° de Hoteles para aplicar encuestas	Encuestas Realizadas
Campeche	Península	Cálido húmedo	114	33
Chihuahua	Centro Nte	Cálido Seco	258	34
Sonora	Pacífico Nte	Cálido muy seco	166	33
Guanajuato	Centro	Templado sub – húmedo II	222	95
D.F.	Centro	Templado sub – húmedo I	268	110
Riviera Maya	Península	Cálido sub húmedo	30	18
Total			1028	323

Figura 8: Número medio de habitaciones por hotel en los estados seleccionados



Construcción de IPSE a partir de: SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, Datatur 2012; INEGI, Estadísticas del sector 20

El benchmarking, objeto de este estudio, pretende obtener la información suficiente para poder clasificar en un futuro los hoteles de cada una de las tipologías establecidas y regiones seleccionadas en función de su desempeño energético en cuatro categorías: A para un excelente desempeño cuyo potencial de ahorro de energía es pequeño; B para un buen desempeño energético; C para un bajo desempeño y D para cuando el desempeño es muy pobre y su potencial de ahorro de energía es muy grande. El desempeño energético se reflejará a través de un indicador de consumo del tipo de [kWh/m²] o [kWh/m².pax] o [kWh/habitación]. Este último fue el indicador seleccionado y debidamente justificado en función de las correlaciones mas aproximadas. Se construye una curva de distribución de desempeños energéticos que refleje el estado de la muestra analizada. Entendiendo que la información obtenida a partir de la aplicación de un instrumento como una encuesta no permite desagregar en forma directa los consumos energéticos en aquellos usos finales de mayor relevancia para el sector (aire acondicionado, producción de agua caliente, iluminación, etc.), se identificaron e incluyeron las variables proxies en el instrumento diseñado, que permitió inferir la desagregación mencionada. Para el estudio se hizo uso de dos herramientas de evaluación: una que es la encuesta telefónica a través del contacto directo con el personal de mantenimiento del hotel, dos, una encuesta de una muestra seleccionada de las 5 regiones climáticas y una región de playa que permita obtener una confiabilidad de al menos del 85%.

4 Metodología

Con objeto de alcanzar los objetivos y obtener un benchmarking útil y de trascendencia nacional, que pueda servir para emprender acciones de inmediato y corto plazo, así como para diseñar instrumentos de trabajo de mediano y largo plazo, este proyecto se realizó en 5 etapas consecutivas. El proyecto comprende las actividades siguientes que se ejecutaron en poco más de 20 semanas para tener la oportunidad de seleccionar adecuadamente y llevar a cabo levantamiento de información en un grupo de hoteles debidamente seleccionados y enunciados en los alcances.

Actividad 1: Diseñar el estudio de benchmarking energético en el sector hotelero, considerando tanto la construcción del instrumento como el tamaño y características de la muestra a ser relevada.

Actividad 2: Capacitar y asesorar a los grupos encargados del relevamiento de información de campo y levantamiento de la información en la muestra seleccionada.

Actividad 3: Validación y procesamiento de la información recabada para el estudio de benchmarking.

Actividad 4: Participar en la reunión de arranque y presentar un plan detallado de trabajo basado en los TdR.

Actividad 5: Preparar el informe, realizar las presentaciones programadas y dar seguimiento a las reuniones de avance y final con SENER y GIZ.

Actividad 1. El objetivo de esta actividad es obtener el diseño de la estrategia a seguir para tener una confiabilidad elevada del estudio. Para ello se diseñó el instrumento para la evaluación de campo que contiene todos los elementos mínimos a relevar y que permiten generar el perfil de consumo energético en los hoteles seleccionados. Durante el proceso se estableció el universo de hoteles por región y las muestras a ser relevadas telefónicamente y en campo. En esta etapa se seleccionó al personal local para el relevamiento de la información ubicándolo principalmente en los centros de educación superior. Como alternativa secundaria se seleccionó a personal de la empresa que realiza este informe para hacer algunos de esos relevamientos. La tercera vía fue la telefónica realizada a través de personal propio desde las oficinas en México. El instrumento diseñado incluye el layout para la explotación posterior de la información.

Actividad 2. El Objetivo de esta actividad es capacitar al personal que realizará las encuestas de cada región a través de un sistema de educación a distancia por computadora, y un entrenamiento in situ, que permita a través de ejemplos, mostrar la forma más adecuada para obtener la información solicitada con el instrumento diseñado. Se procuró emplear estudiantes de carreras de ingeniería afines al uso eficiente de la energía con objeto de contribuir a su formación. Estos estudiantes recibirán una beca equivalente a un mes para la realización del trabajo, aunque este se desarrolle en un menor tiempo. La información recabada es la que se estableció en el instrumento para la evaluación de campo y en segundo lugar los levantamientos puntuales que se realizaron en la muestra específica para corroborar los resultados de las encuestas. Cada muestra entrará a una base de datos en Excel para su posterior tratamiento a través de la generación del layout de la base de datos.

Actividad 3. Una vez recabada toda la información en la tarea anterior se concentrará y se explotará para poder definir el comportamiento de los hoteles encuestados. Adicionalmente y, para efectos comparativos, se hizo una búsqueda bibliográfica para conocer los indicadores de uso de la energía en hoteles y la magnitud de esos indicadores en función de la categoría del hotel, el número de habitaciones, los servicios adicionales prestados y, en los pocos casos que se encontraron, en función del área construida del hotel. Como existen tres fuentes de información: telefónica, encuestas de campo y mediciones de campo, se cruzaron los resultados para validar cada una de ellas. Se hizo una selección y clasificación en función de la categoría del hotel, número de habitaciones, tasa de ocupación reportada y desempeño energético. Posteriormente se hará la evaluación de las acciones de ahorro de energía que puedan tener mayor impacto en cada una de las clasificaciones mencionadas tomando en consideración la influencia de esas medidas de ahorro de energía en consumo total para cada región. Se procurará definir con precisión aquellas medidas que puedan impactar directamente y tengan una buena rentabilidad, considerando para ello una tasa de retorno no mayor a 4 años y cuyo monto de inversión no rebase el 100% de la factura anual de energía. Se hará un ejercicio de evaluación del impacto en el uso de la energía con sistemas de micro-cogeneración a efectos de reconocer la rentabilidad de la medida y su viabilidad económica para esas categorías de hoteles, cuando por sus características de consumo lo ameriten. Hechas esas evaluaciones se procederá hacer una extrapolación al universo de hoteles de las categorías mencionadas para conocer el potencial de ahorro de energía total y el impacto en la reducción de gases efecto invernadero en las regiones bajo estudio. Finalmente, y como parte de esta actividad, se seleccionará de forma conjunta con personal de las partes involucradas, un grupo de 10 a 12 hoteles de las diferentes regiones para, en una etapa que sale del alcance de este proyecto, se pueda llevar a cabo un diagnóstico energético de segundo nivel y la ejecución de las medidas de ahorro de energía debidamente seleccionadas, para corroborar en la práctica los resultados obtenidos de este estudio.

Actividad 4. En esta etapa se estableció el plan de trabajo detallado y con las especificaciones estratégicas para la ejecución del estudio. Se presentaron las regiones, las ciudades y los hoteles a los cuales se les practicaron las encuestas tanto telefónicas como de campo. Se establecieron los criterios para seleccionar los hoteles a los que se les practicarán las mediciones primarias de campo y la forma de validación de la información. Así también se establecieron las variables de correlación para integrar los índices de consumo.

Actividad 5. A lo largo de estudio se realizaron reuniones de trabajo informativas del avance del estudio y presentación de los resultados preliminares que se fueron obteniendo. El objetivo es que de manera conjunta se vayan resolviendo los problemas o dudas que durante el estudio se hayan presentado. De esta manera se pueda garantizar una conformidad de los resultados en cada paso que se haya avanzado.

4.1 Zonas climáticas

Para la selección de las ciudades en donde se hizo el levantamiento físico de las encuestas, se consideró la evaluación de las zonas climáticas, el número de hoteles existentes por zona y el tipo de región, según el tránsito de turismo. Para el estudio climático se empleó la información contenida en los informes de CONAGUA, INEGI y CONABIO.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en México el clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y

agua. Por lo anterior, el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse en seis regiones climáticas, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en: húmedo, subhúmedo y muy seco.

En relación al clima cálido, éste se subdivide en cálido húmedo y cálido subhúmedo.

- a) El cálido húmedo ocupa el 4.7% del territorio nacional y se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 22° y 26°C y precipitaciones de 2,000 a 4,000 mm de agua anuales.
- b) El clima cálido subhúmedo se encuentra en el 23% del país; en él se registran precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm de agua anuales y temperaturas que oscilan de 22° y 26°, con regiones en donde superan los 26°C.

Los climas seco y muy seco, son regiones con elevada irradiación solar, cuya temperatura media anual ambiental es regularmente elevada.

- a) El clima seco se encuentra en la mayor parte del centro y norte del país, región que comprende el 28.3% del territorio nacional; se caracteriza por la circulación de los vientos, lo cual provoca escasa nubosidad y precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, con temperaturas en promedio de 22° a 26° C en algunas regiones, y en otras de 18° a 22° C.
- b) El clima muy seco registra temperaturas en promedio de 18° a 22° C, con casos extremos de más de 26°C; presentando precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio, se encuentra en el 20.8% del país.

El clima templado se divide en húmedo y subhúmedo;

- a) Respecto al clima templado subhúmedo, se encuentra en el 20.5% del país, observa en su mayoría temperaturas entre 10° y 18° C y de 18° a 22°C, sin embargo en algunas regiones puede disminuir a menos de 10°C; registra precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año.
- b) En el clima templado húmedo se registran temperaturas entre 18° y 22°C y precipitaciones en promedio de 2,000 a 4,000 mm anuales; comprende el 2.7% del territorio nacional.

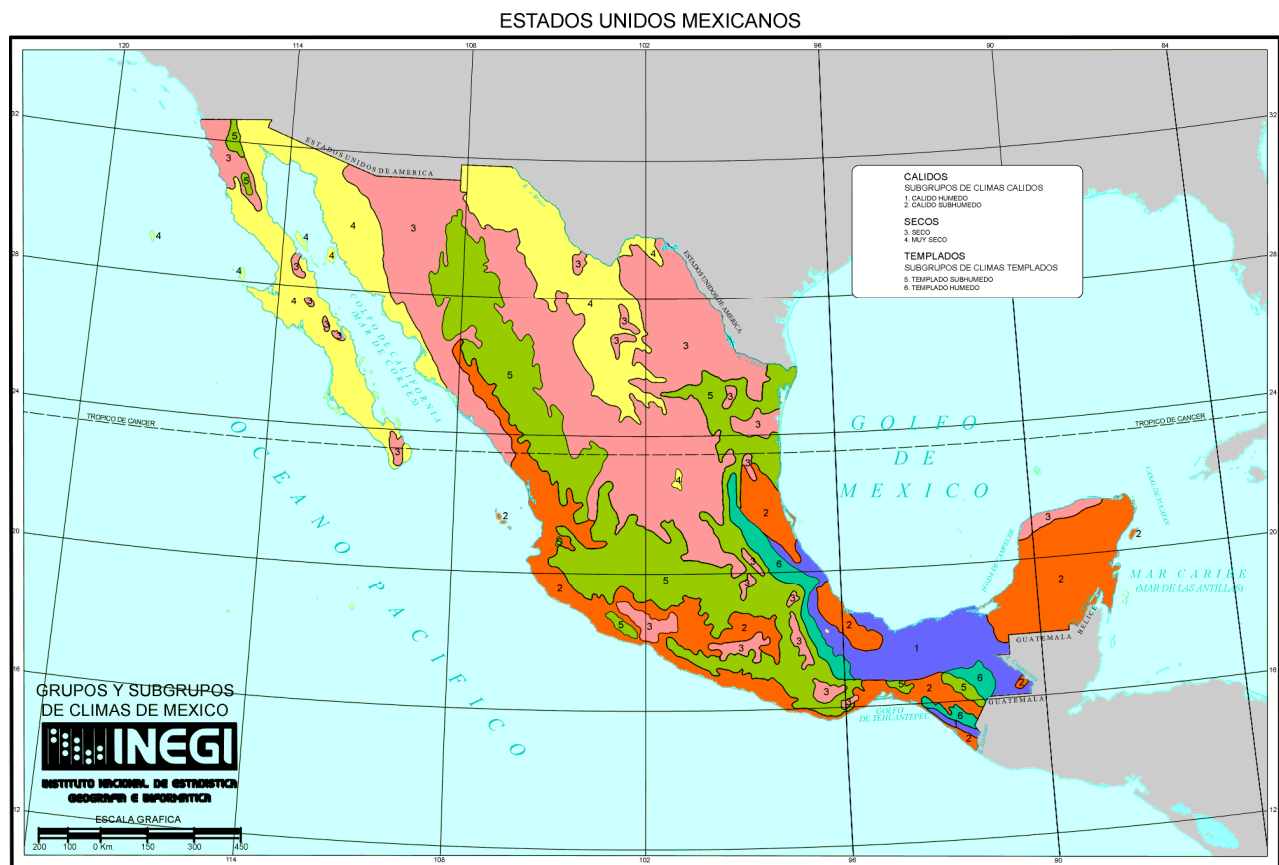
En el plano de la figura 9 se muestra las regiones climáticas de acuerdo con lo antes descrito.

Derivado de lo anterior, la **zona 1** se encuentra principalmente en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, norte de Oaxaca y norte de Chiapas.

La **zona 2**, como cálido subhúmedo, comprende las regiones de la península de Yucatán, la zona portuaria de Veracruz, la región del pacífico en los estados de Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco y la sierra de Nayarit. La franja desde la costa del pacífico hacia la ciudad de México pasando por Guadalajara, Querétaro e Hidalgo.

La **zona 3**, en tanto que clima seco, se encuentran pequeñas regiones distribuidas en el centro sur del país, principalmente en el noroeste de Oaxaca. La principal zona se encuentra en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Coahuila y la región de Chihuahua y Sonora que se encuentran junto a la Sierra Madre occidental. También se encuentra en el noroeste de la península de Baja California y en la región de los Cabos en Baja California Sur.

Figura 9: Regiones climáticas de acuerdo con INEGI / CONAGUA



Fuente: INEGI

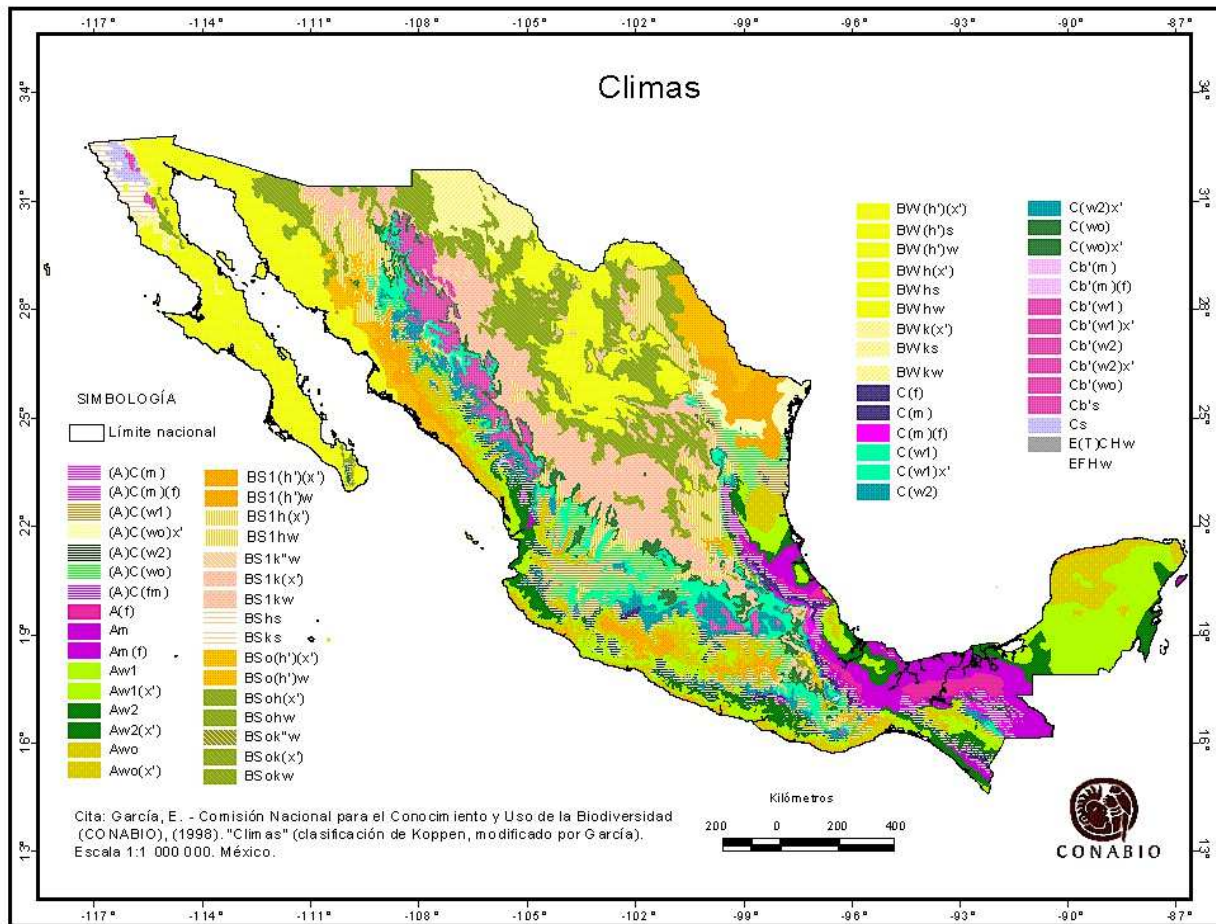
El clima cálido muy seco (**zona 4**) comprende toda la parte desértica de los estados de Chihuahua, Sonora y Baja California.

La **zona 5** que corresponde a un clima templado subhúmedo comprende los estados que se encuentran en las partes altas de la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. Abarca los estados de Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Aguascalientes, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, una parte de Querétaro, Guerrero, Ciudad de México, Morelos y el sur del estado de Chiapas.

La **zona 6**, comprende la ladera oriente de la Sierra Madre Oriental y una fracción de la zona norte de Chiapas y del sur, colindando con Guatemala.

Existe otra referencia a la división climática de la República Mexicana realizada para la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) de acuerdo con la clasificación de Koppen, la cual es mucho más detallada pero en lo general coincide con la primera realizada por el INEGI. En el mapa de la figura 10 se puede apreciar esta división en la clasificación climática, que para el caso de este estudio, es muy extenso. En este estudio se utilizó la clasificación de CONAGUA - INEGI.

Figura 10: Clasificación climática de acuerdo con CONABIO



Fuente: INEGI

4.2 Selección de los estados a estudiar y sus ciudades

De acuerdo con la zona climática, se realizó la selección de los hoteles de 2 y 3 estrellas que se describe a continuación y se observa en la tabla 9.

4.2.1 Clima Cálido Húmedo.

De este clima se selecciona el estado de Campeche, pues aunque cuenta tan solo con 2.1% de los hoteles de 2 y 3 estrellas a nivel nacional, su porcentaje proporcional es elevado (38.13%) en esas categorías.

4.2.2 Clima Cálido subhúmedo.

Este clima lo tiene el 23% del País. De aquí que se podrán seleccionar al menos tres diferentes sitios que orienten el estudio por la intensidad turística de los mismos. Se identificaron tres alternativas: Guerrero, Yucatán y Quintana Roo. El sitio final seleccionado fue Quintana Roo.

4.2.3 Clima Cálido seco.

Este se presenta sobre todo en la zona central norte del país. Por sus características especiales, y que abarca la gran mayor parte del territorio nacional (28.3%), se identificaron tres sitios diferentes que pueden dar una mejor idea para este estudio: Zacatecas, Chihuahua y Baja California (Ensenada). Para fines prácticos se seleccionó el estado de Chihuahua, para realizar el levantamiento de encuestas.

4.2.4 Clima Cálido muy seco.

Esta corresponde a las zonas desérticas y representa el 20% del territorio nacional. Se identifican dos sitios: Sonora y Baja California, principalmente Mexicali. Se seleccionó Sonora como estado ampliamente descrito por este clima. Además cuenta con un sitio de playa interesante para contrastar los estudios: Puerto Peñasco.

4.2.5 Clima Templado subhúmedo.

Este clima es muy disperso en el país y representa el 20% del territorio nacional. Para esta región se tiene potencialmente el Distrito Federal y Guanajuato.

4.2.6 Clima templado húmedo.

Esta última región abarca una muy pequeña proporción del país (2.7%). Por lo que se puede eliminar, ya que en estas regiones no hay una concentración de hoteles importante.

5 Resultados

El estudio de benchmarking ha arrojado datos muy interesantes que permitirán establecer estrategias para poder incidir en este sector para reducir los consumos de energía y agua, así como por consecuencia, de gases efecto invernadero. Los resultados se presentan en cuatro secciones: la primera marca la segmentación de mercado, su universo y la caracterización en función del número total de habitaciones y la tarifa eléctrica contratada, respecto a los hoteles 2 y 3 estrellas; mercado objetivo. La segunda es la caracterización energética, donde se presentan los consumos de energía, la distribución relativa de la tecnología usada y se analizan los indicadores energéticos, térmicos y eléctricos, para de ahí desprender los potenciales de ahorro de energía globales por región-zona climática. La tercera es la presentación de los potenciales de ahorro de energía que se pueden lograr a través de la sustitución tecnológica, así como las inversiones necesarias y los períodos de recuperación de la inversión. La cuarta sección, comenta las emisiones de gases efecto invernadero evitadas a través de los ahorros de energía que pueden lograrse. Cada una de estas secciones resalta los resultados más impactantes del estudio para fortalecer la justificación de las inversiones necesarias que permiten obtener los resultados mencionados.

5.1 Segmentación del mercado

Para segmentar el mercado, se propusieron varios criterios:

- **Categoría:** De un principio se tomó la decisión de abordar únicamente hoteles en las categorías de 2 y 3 estrellas. Con objeto de tener un parámetro de referencia de comparación, se optó por abordar algunos pocos hoteles de 4 estrellas para conocer su tendencia al uso de la energía.
- **Zona climática:** según la ubicación, las necesidades energéticas de los hoteles varían y se recomiendan cambios tecnológicos diferentes. Por ello, la zona climática juega un papel preponderante en la segmentación del mercado. Esta segmentación ha sido ampliamente descrita en el capítulo anterior.
- **Tamaño:** se caracterizaron los hoteles a través del número de habitaciones; algunos proyectos no son factibles por consumo energéticos muy bajos. Así se decidió, en un principio, considerar solamente los hoteles con más de 100 habitaciones. Sin embargo durante el estudio resaltó que la mayoría de los hoteles de las categorías de 2 y 3 estrellas tienen menos de 100 habitaciones. Por otro lado, ante la reticencia del personal directivo de los hoteles de proporcionar la información y que el universo de hoteles en las regiones seleccionadas no son muchos, se optó por considerar el universo de hoteles para obtener una muestra adecuada para el estudio.
- **Antigüedad:** La idea original, fue el de abordar hoteles con antigüedad mayor a 10 años. Ante la situación señalada en el párrafo anterior, se decidió obtener la información de los hoteles sin importar su edad.

5.1.1 Descripción de la segmentación.

La distribución de hoteles respecto a la zona climática es como la que se ha presentado en la tabla 9, pero a la que se le ha añadido la distribución por categorías. En esta tabla se ha conjuntado algunos pocos hoteles de 1 estrella (4), a los que se encuestó, en la categoría de dos estrellas para fines prácticos del estudio, sin embargo y con fines de discernir entre sus comportamientos, también fueron analizados de forma separada.

Tabla 10: Distribución de la selección de hoteles de acuerdo con la zona climática del país.

Lugar	Región	Clima	Zona	Categoría de Hoteles				Total
	Climática		Climática	2 estrellas	3 estrellas	4 estrellas	5 estrellas	
Campeche	Península	Cálido sub-húmedo	I	17	15	1		33
Chihuahua	Centro Nte.	Seco	II	14	19	1		34
Sonora	Pacífico Nte.	Muy seco	III	12	15	6		33
Guanajuato	Centro	Templado sub-húmedo	IV	50	41	4		95
D.F.	Centro	Templado sub-húmedo	IV	48	57	5		110
Riviera Maya	Península	Cálido Sub húmedo	V	0	4	10	4	18
Total				141	151	27	4	323

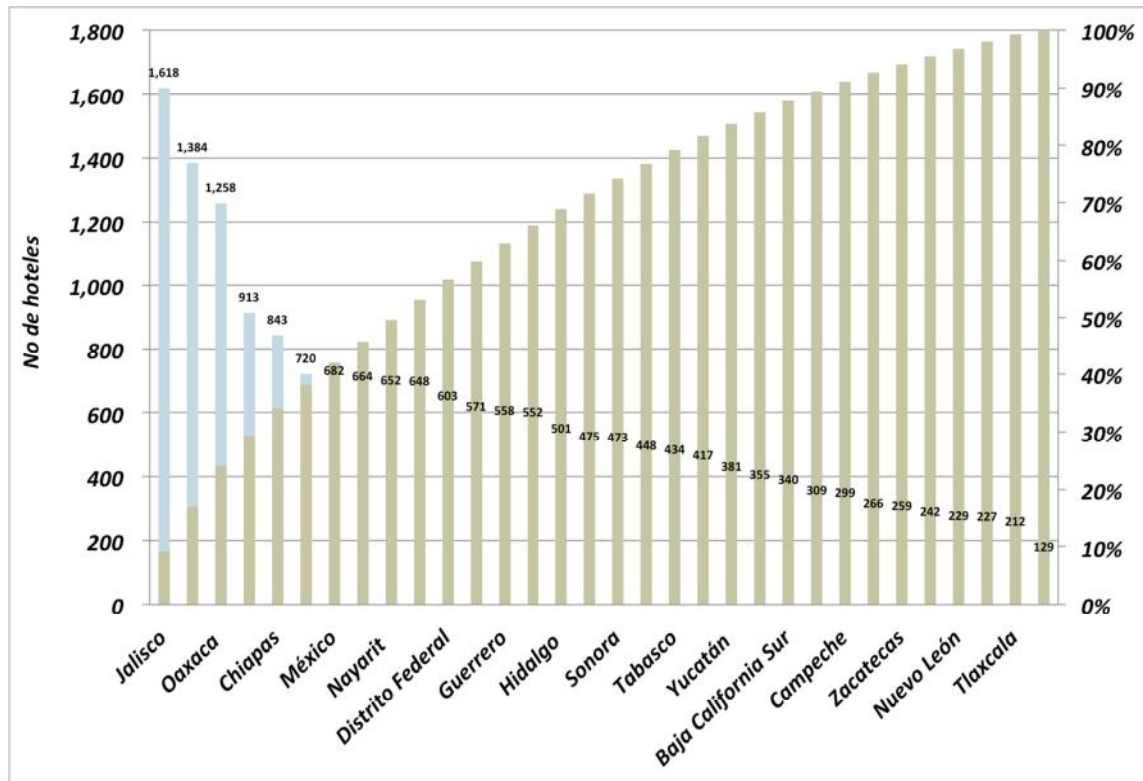
La distribución de hoteles en la república mexicana en los estados se presenta en la figura 11. En esta se aprecia que el 60% de los hoteles se concentra en 10 estados.

Del conjunto de hoteles de 2 y 3 estrellas que se establecieron para realizar este estudio, representan en promedio el 30.74% de los hoteles existentes en los seis estados seleccionados, que lleva a una confiabilidad del estudio cercana al 90%¹⁷. En la figura 12 se presentan la relación entre el total de los hoteles y los encuestados. Entre estos, Guanajuato y el Distrito Federal son los que tienen mayor diversidad entre los hoteles y por consiguiente se obtuvo un mayor porcentaje de hoteles encuestados.

La gráfica de la figura 13 arroja el porcentaje de hoteles encuestados respecto al universo en las categorías de la segmentación realizada. En esta figura se aprecia que en el estado de Guanajuato y Distrito Federal, el porcentaje de hoteles encuestados respecto al total de la categoría fue elevado, lo que permitió, obtener factores de confiabilidad elevados (>90%). El más bajo correspondió a Chihuahua, donde solo se obtuvo entre 12 y 14% del universo de hoteles en la categoría.

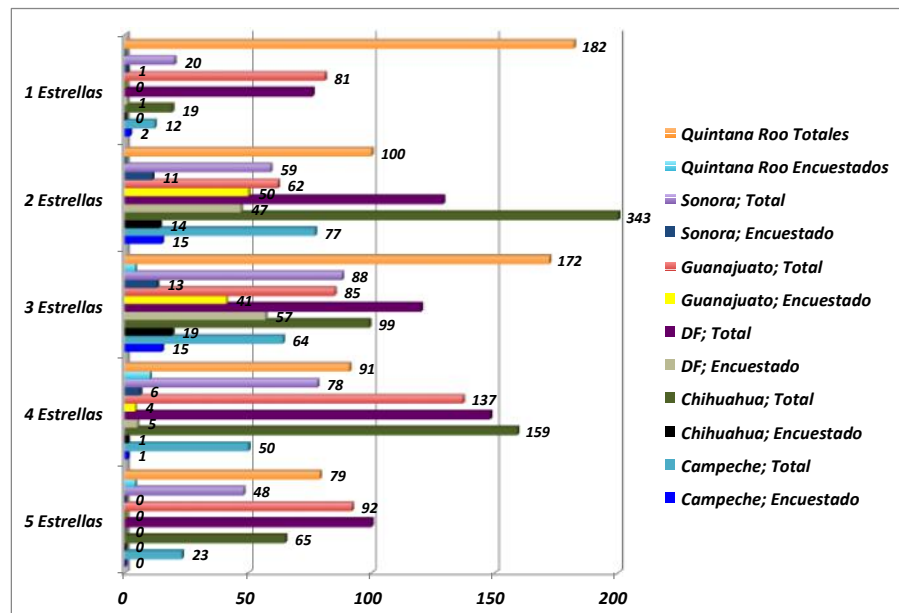
¹⁷ Con base en el análisis de confiabilidad estadística por tamaño de muestra.

Figura 11: Distribución decreciente de hoteles en la República Mexicana



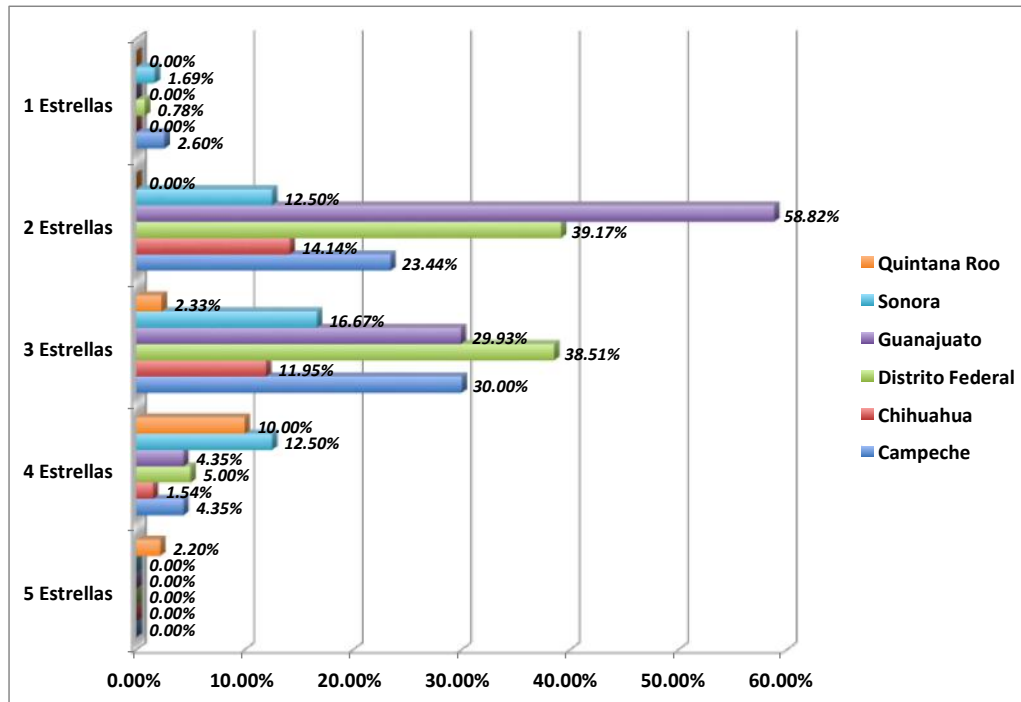
Construcción de IPSE a partir de: SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, Datatur 2012; INEGI, Estadísticas del sector 2011

Figura 12: Relación del total de hoteles respecto a los encuestados en los estados seleccionados



Construcción de IPSE a partir de: SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, Datatur 2012; INEGI, Estadísticas del sector 2011 y Base de Datos de Encuestas.

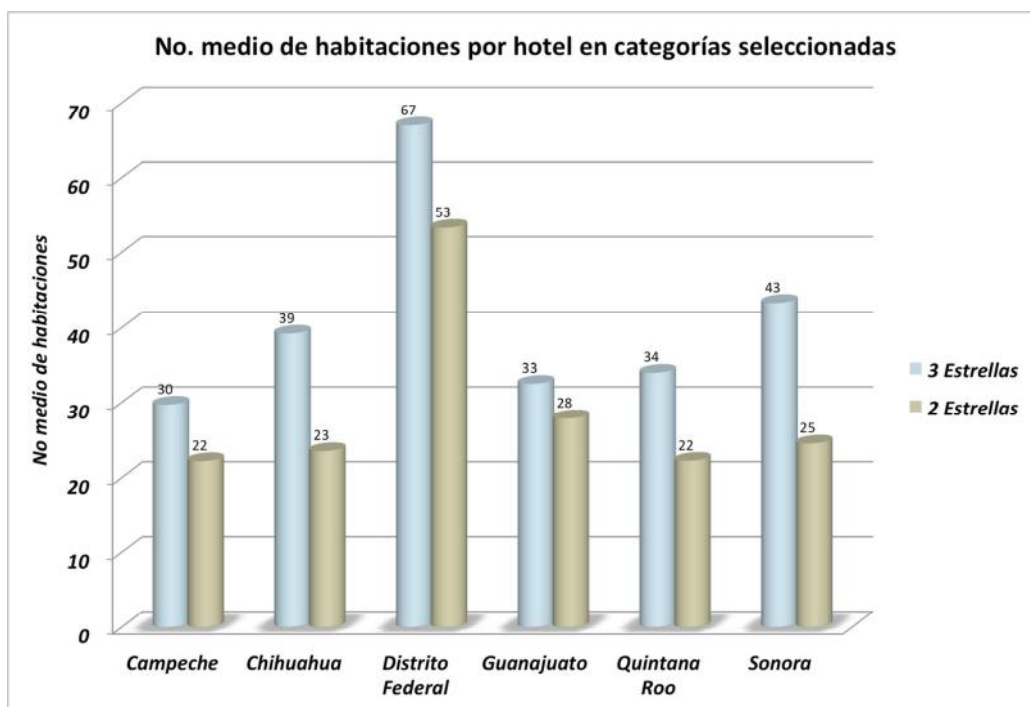
Figura 13: Porcentaje de hoteles entrevistados respecto del universo por categoría.



Construcción de IPSE a partir de: SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, Datatur 2012; INEGI, Estadísticas del sector 2011 y Base de Datos de Encuestas.

La caracterización de los 323 hoteles por número medio de habitaciones, (figura 14), en donde se aprecia la diferencia en cada región estudiada. El DF destaca por tener el número de habitaciones mayor en promedio en los hoteles de 2 y 3 estrellas.

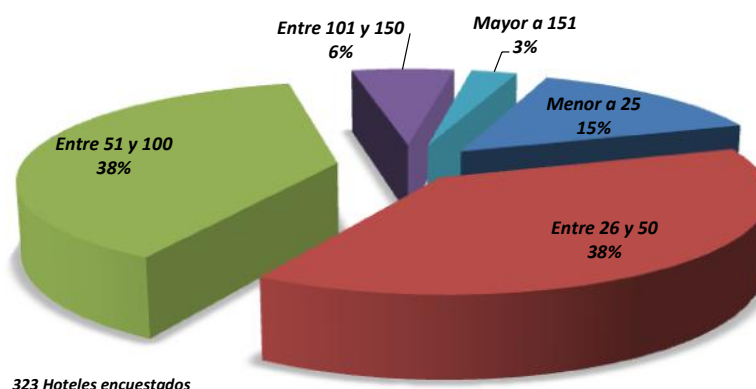
Figura 14: Número de habitaciones promedio por categoría de hoteles en las regiones estudiadas



Construcción de IPSE a partir de: SECTUR; Subsecretaría de Fomento Turístico, Datatur 2012; INEGI, Estadísticas del sector 2011

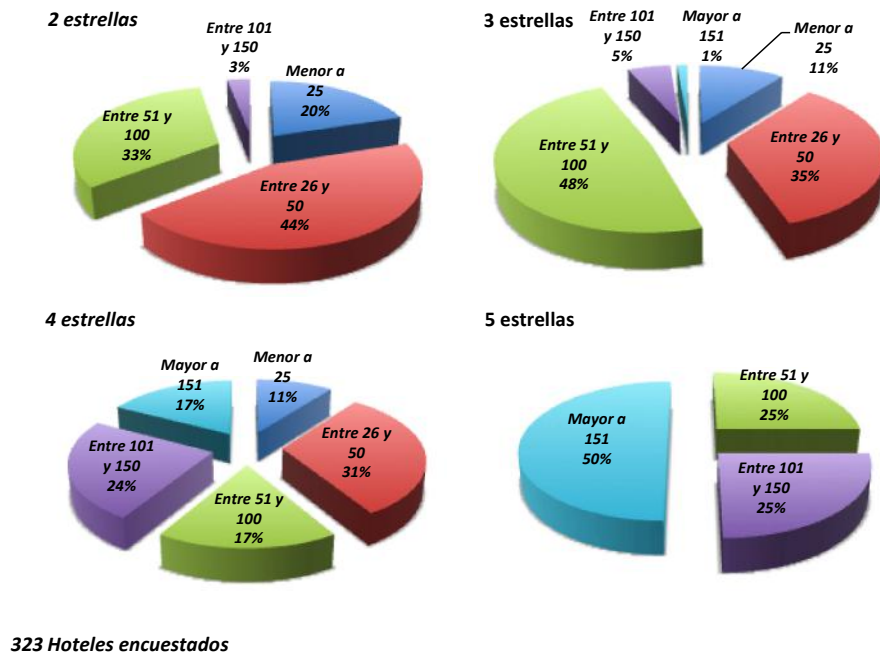
La distribución por intervalo en el número de habitaciones se puede observar en la figura 15 para el total de los hoteles encuestados. En esta figura se observa que la mayor parte de los hoteles tienen entre 25 y 100 habitaciones (78%).

Figura 15: Intervalo de habitaciones en los hoteles encuestados



En la figura 16 se observa la misma representación pero dividido por categoría de hoteles encuestados.

Figura 16: Distribución de hoteles por número de habitaciones



En los hoteles de dos estrellas se presenta un porcentaje mayor de número de habitaciones en el intervalo de 26 a 50 habitaciones, en tanto que en los hoteles de tres estrellas este se incrementa sensiblemente en el intervalo de 51 a 100 habitaciones. En los hoteles de 4 estrellas, del total de 17 estudiados, el intervalo es más homogéneo entre el número de habitaciones y los pocos de 5 estrellas de la Riviera Maya son en su mayoría grandes hoteles y con un número de habitaciones mayor a 100.

Del universo de hoteles encuestados, las tarifas eléctricas dependen principalmente de su tamaño. En la figura 17 se presenta la relación de hoteles según la tarifa contratada y el contraste con el número de habitaciones promedio por hotel que tienen, se observa claramente en la figura 18. De esta forma la tarifa es función del número de habitaciones, más que de la categoría del hotel.

Figura 17: Distribución de hoteles de acuerdo a su tarifa eléctrica contratada.

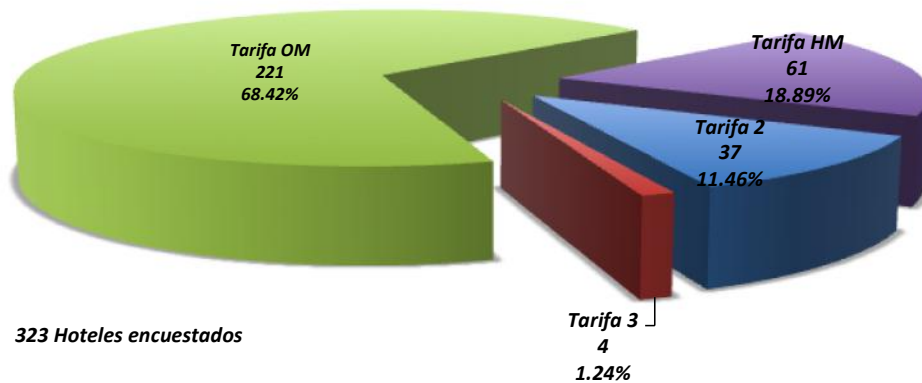
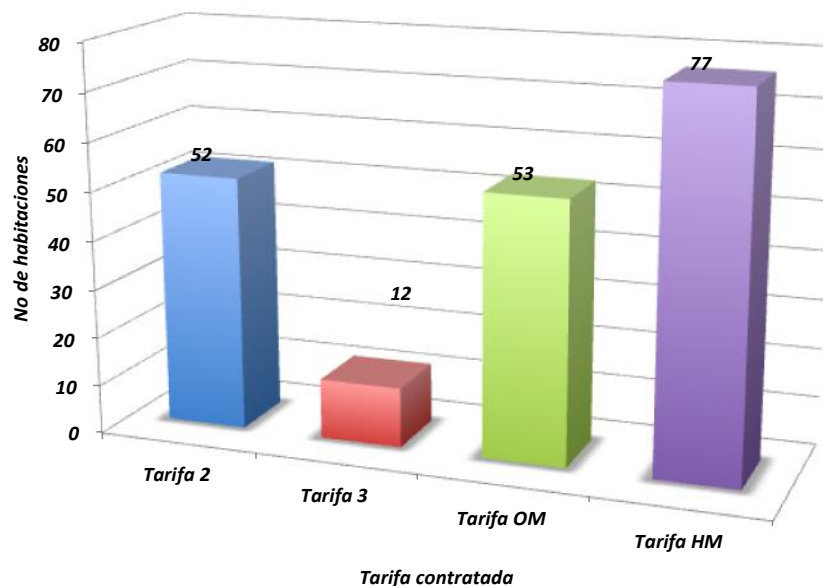


Figura 18: Distribución de la tarifa contratada en función del número de habitaciones por hotel



Así, casi el 19% de los hoteles tienen contratada la tarifa HM y tienen en promedio 77 habitaciones. Los hoteles en tarifa OM ascienden al 68.42% de los hoteles y tienen en promedio 53 habitaciones. Los hoteles que están en tarifa 2 tienen en promedio 52 habitaciones, muy cercano a los hoteles en tarifa OM. Existe, como se puede observar una cierta desviación en los hoteles en tarifa 3, ya que solo cuentan en promedio con 12 habitaciones. Los hoteles de 2 estrellas, de acuerdo con este análisis, si ellos ponen su propia subestación eléctrica podrían contratar la tarifa OM y reducir su facturación eléctrica.

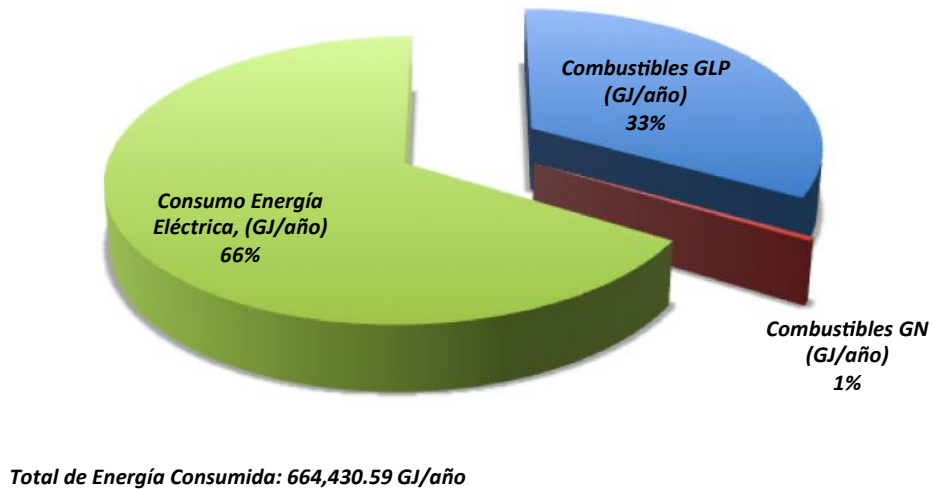
5.2 Caracterización Energética

La caracterización del consumo de energía en el sector hotelero se presenta como la relación que existe entre los tipos de energía que éstos consumen, de acuerdo con la segmentación realizada. También se establecen los principales equipos consumidores de energía en los hoteles y su participación porcentual en el consumo total eléctrico o térmico. Ello permite concentrar el esfuerzo de un programa de ahorro de energía en aquellos cuyo impacto en el consumo de energía y en sus costos sea interesante.

5.2.1 Tipos de energía.

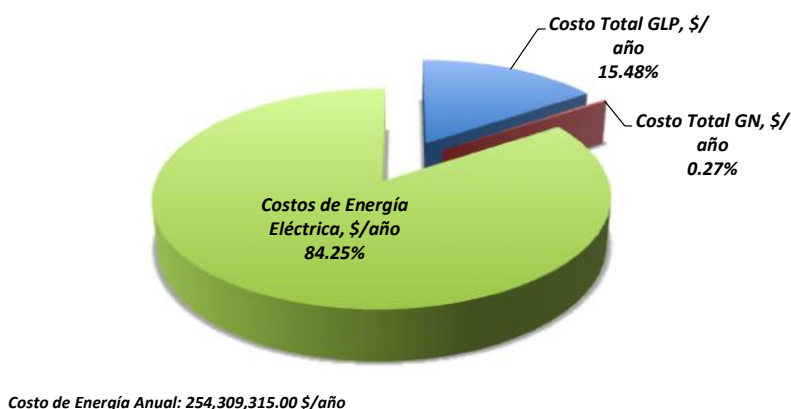
La energía que utilizan los hoteles encuestados es eléctrica y térmica. Como energía térmica usan gas licuado de petróleo (GLP) o gas natural (GN). En la figura 19 se muestra la relación que existe entre la energía térmica y eléctrica utilizada por el total de hoteles encuestados. Esta relación es muy clásica en el sector hotelero, pues en cuanto a consumo su relación es 2:1.

Figura 19: Proporción de energía consumida por el 100% de los hoteles encuestados



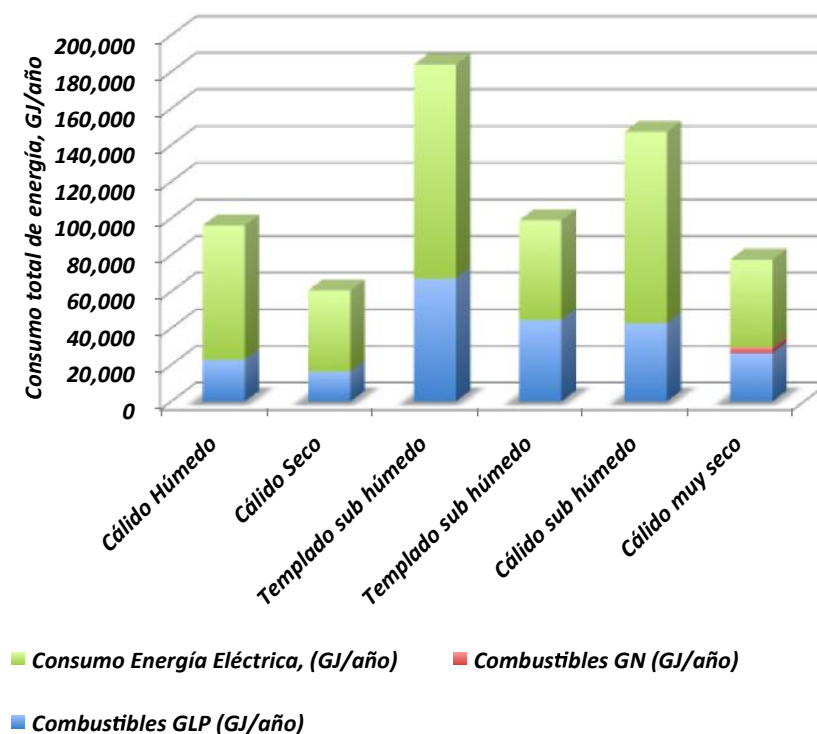
En cuanto a costos, la proporción varía sensiblemente reduciéndose el porcentaje de la energía térmica. La figura 20 muestra que la relación varía en un 27%, lo que está asociado con la diferencia en costo de la producción de energía eléctrica. La relación entre estos costos se convierte a 5:1, aunque en este caso se elevó hasta 5.5:1 como consecuencia de las diferentes tarifas eléctricas de los usuarios y los costos de los combustibles entre regiones.

Figura 20: Proporción de costos de energía consumida por el 100% de los hoteles encuestados



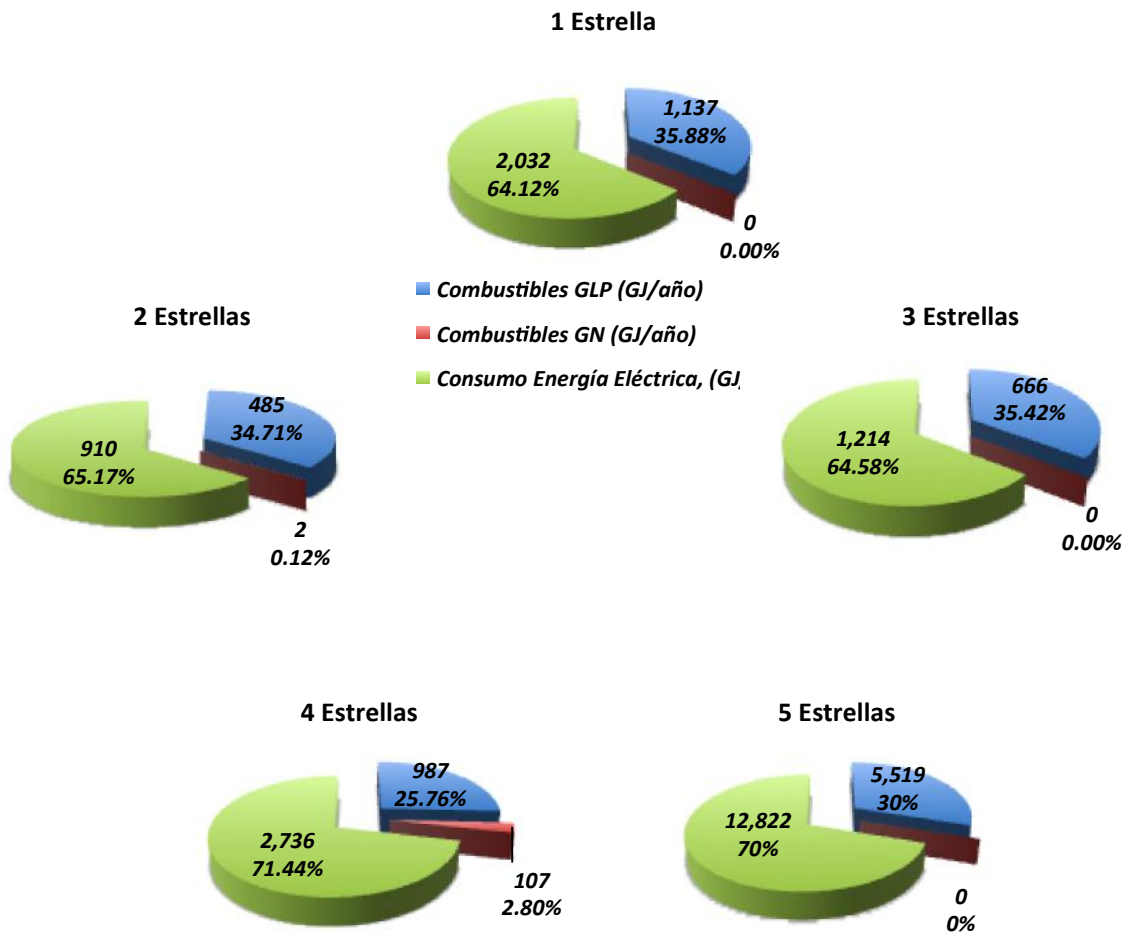
En las diferentes regiones climáticas la relación de consumo de energía varía en función de las necesidades energéticas para aire acondicionado, calefacción, cocción y calentamiento de agua, iluminación y bombeo de agua principalmente. Así se aprecia que el consumo de energía en una región cálida seca nos es igual que para la región cálida húmeda o la cálida sub-húmeda. La figura 21 muestra esta diferencia para las 5 regiones climáticas estudiadas, conservando en todos los casos la misma relación de costos de energía eléctrica – térmica mostrada en la figura 20.

Figura 21: Relación de consumos de energía eléctrica – térmica en las diferentes zonas climáticas



La relación de consumo de acuerdo a la categoría del hotel se presenta de forma muy homogénea. De los hoteles encuestados en las diferentes categorías resulta que entre mayor sea ésta tiende a ser mayor el consumo de energía eléctrica y la relación energía eléctrica – energía térmica crece ligeramente, pero no de forma remarcable. La relación térmica eléctrica para los hoteles de 2 y 3 estrellas es prácticamente la misma. En la figura 22 se presenta esta relación para las cinco categorías de los hoteles con base en el promedio de consumo para cada categoría.

Figura 22: Relación de consumos promedio de energía eléctrica – térmica por categoría de hoteles.

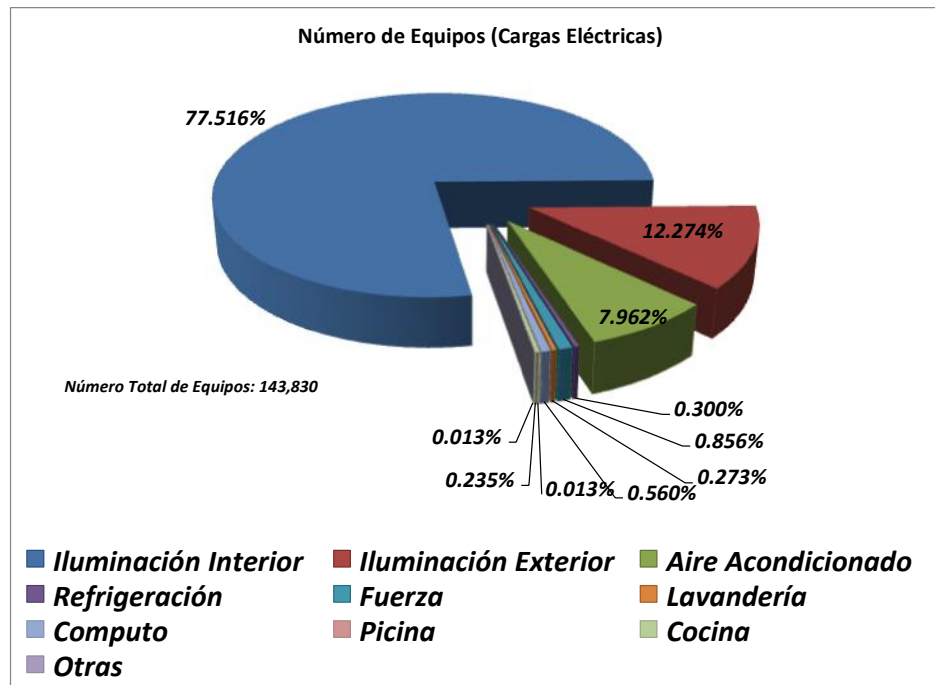


323 Hoteles encuestados

5.2.1.1 Carga eléctrica instalada

El uso de la energía eléctrica se evaluó considerando las siguientes tecnologías: iluminación, aire acondicionado, bombeo, refrigeración, lavadoras de ropa, equipamiento de cocina y cómputo. Para el conjunto de hoteles evaluados, esta relación primero se construyó en función del número de equipos instalados y de la potencia instalada. En la figura 23 se observa que sobresale la iluminación interior por número de los equipos instalados.

Figura 23: Proporción del número de equipos eléctricos instalados en los Hoteles



La iluminación exterior se encuentra en segundo lugar, seguido por el aire acondicionado y los motores de fuerza (motores; principalmente bombas). Los otros equipos se encuentran en una cantidad menor.

En la figura 24 se muestra la capacidad instalada en kW totales de todos los hoteles encuestados. Se puede apreciar fácilmente que es el aire acondicionado quien se lleva la gran mayor parte de la capacidad instalada en equipos, aunque no existen en todos los sitios evaluados ni en todos los hoteles. Se observa que fuerza (motores de bombas principalmente) es la segunda carga importante seguida por la iluminación interior. En la tabla 11 se muestra la información que permite percibir la magnitud de la potencia total instalada de cada tecnología, su tiempo promedio y la energía total consumida promedio del conjunto de hoteles encuestados.

Esta distribución se puede ver desagregada por región climática en la que se aprecia con mayor nitidez la diferencia que existe entre una y otra. En figura 25 se ha integrado una gráfica en la que se muestra la relación de las capacidades promedio por hotel, en kW, entre las diferentes tecnologías empleadas en los hoteles y las regiones. La distribución de cargas entre ellas es muy acentuada hacia el aire acondicionado. La región cálida húmeda (Campeche) presenta una distribución en la que predomina el aire acondicionado, como en las otras, aunque en menor capacidad. Entre estas últimas, el aire acondicionado, aunque proporcionalmente inferior, el tiempo de uso es mayor. En la región cálida seca (Chihuahua) prevalece aproximadamente la misma relación pero con una capacidad instalada mayor. Para las zonas templadas sub-húmedas, se tiene que existe una similitud entre ellas, sin embargo el estado de Guanajuato (segunda región templada sub húmeda) tiene mayor capacidad instalada en aire acondicionado que la ciudad de México. La región cálida sub húmeda (Riviera Maya) tiene en promedio una capacidad instalada mayor que las otras regiones aunque comparativamente igual que la región cálida muy seca (Sonora).

Figura 24: Distribución de cargas eléctrica por capacidad en kW en equipos instalados

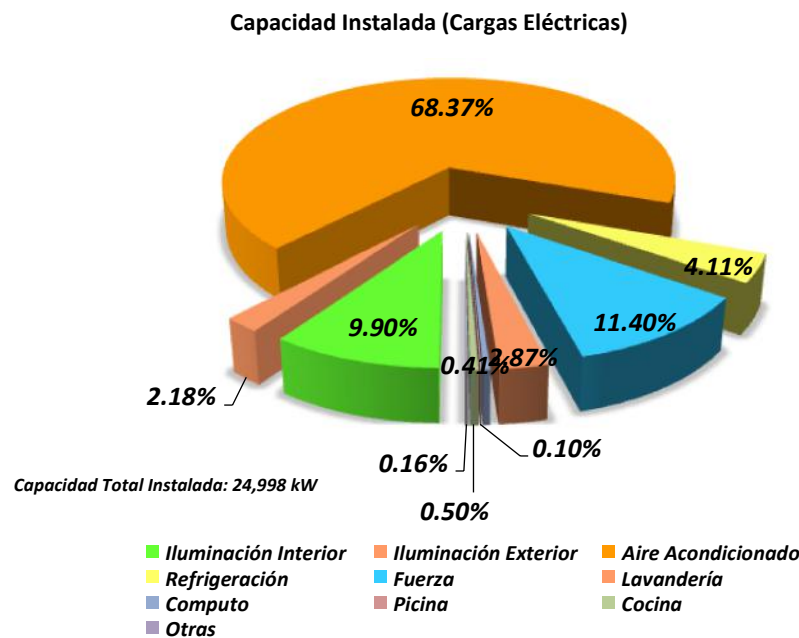


Tabla 11: Capacidad instalada de las diferentes tecnologías en el total de hoteles encuestados.

Concepto	Iluminación Interior	Iluminación Exterior	Aire Acondicionado	Refrigeración	Fuerza	Lavandería	Computo	Piscina	Cocina	Otras
Número de Equipos	111491	17653	11452	431	1231	392	806	18	338	18
Capacidad Instalada (kW)	2475	544	17092	1028	2849	717	102	25	124	41
Tiempo de Operación Promedio, h/mes	281	332	209	253.9	160.0	169	348	60	162	102.0
Energía consumida total, kWh/mes	696,530	180,728	3,580,500	260,932	455,881	121,316	35,398	1,515	20,118	4,202

Al comparar las capacidades por categoría de los hoteles (figura 26), se aprecia que en lo general va reduciéndose la relación del aire acondicionado respecto a las otras cargas conforme se incrementa en la categoría del hotel. Esto es, se va haciendo más importante las otras cargas, principalmente la iluminación interior. La iluminación externa es casi constante proporcionalmente. La capacidad en fuerza (bombeo principalmente) se incrementa conforme se incrementa en categoría del hotel y lavandería existe en proporción casi igual para las categorías de 2, 3 y 4 estrellas.

Figura 25: Distribución de capacidad media instalada en tecnologías que usan energía eléctrica por hotel

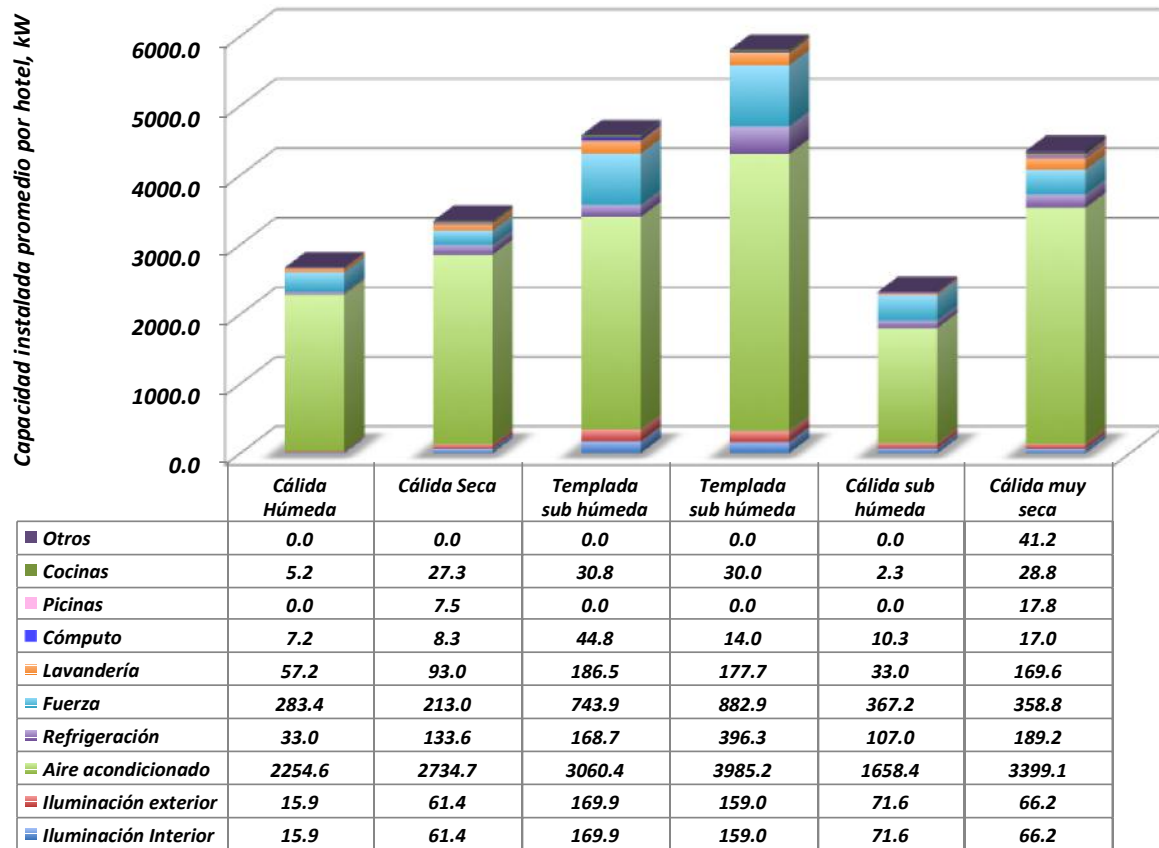
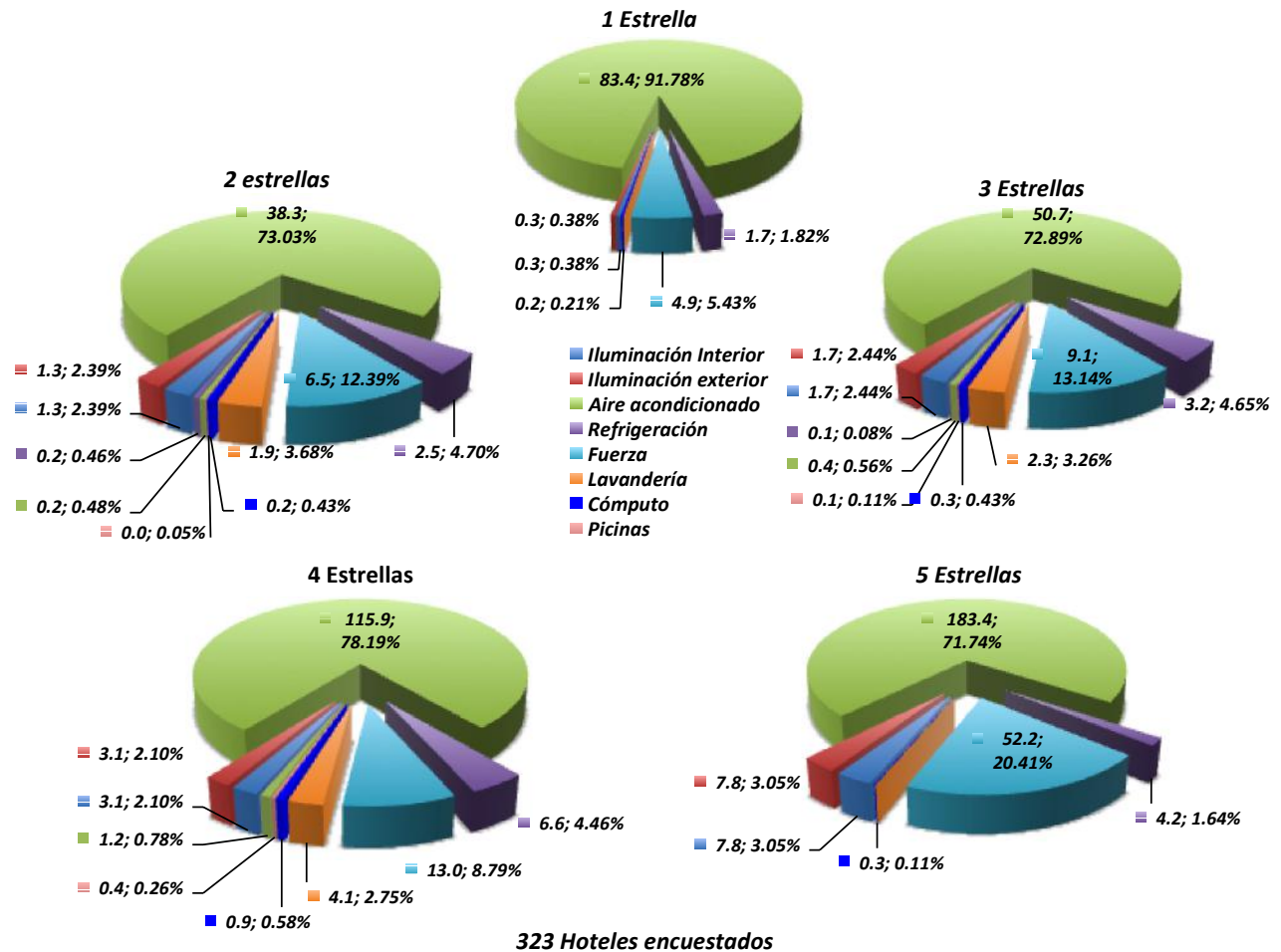


Figura 26: Capacidad instalada promedio de equipos, en kW, por categoría de hoteles



La iluminación tiene una participación importante, en el consumo de energía eléctrica. En la distribución de las tecnologías de iluminación por la potencia instalada, prevalecen las lámparas fluorescentes compactas de varias potencias, seguida por las fluorescentes tubulares, tal como se puede apreciar en la figura 27.

En la figura 28 se ha graficado la relación comparativa entre las diferentes regiones de la capacidad instalada en las diferentes tecnologías de iluminación. Se observa que en las regiones cálidas secas prevalecen las lámparas compactas y las tubulares fluorescentes. En un porcentaje relativamente bajo, aún se encuentran lámparas incandescentes como es el caso de sonora con casi 26% del total instalado. Las lámparas dicróicas es una tecnología que aún se conserva sobre todo para el alumbrado en pasillos, en el lobby y recepción, aunque este no sea el uso adecuado. Las lámparas de LED son escasas y en su mayoría pequeñas para resaltar ciertas secciones del hotel. En la región de la Riviera Maya (Cálido sub húmedo) hay una elevada capacidad instalada en lámparas de reflector alógeno, que son de muy baja eficiencia lumínica. Estás, utilizada al exterior, tienen normalmente por finalidad el tener una iluminación suficiente por seguridad. Sin embargo existen otras tecnologías adecuadas de menor consumo eléctrico.

Figura 27: Potencia instalada en tecnología de iluminación del total de hoteles encuestados

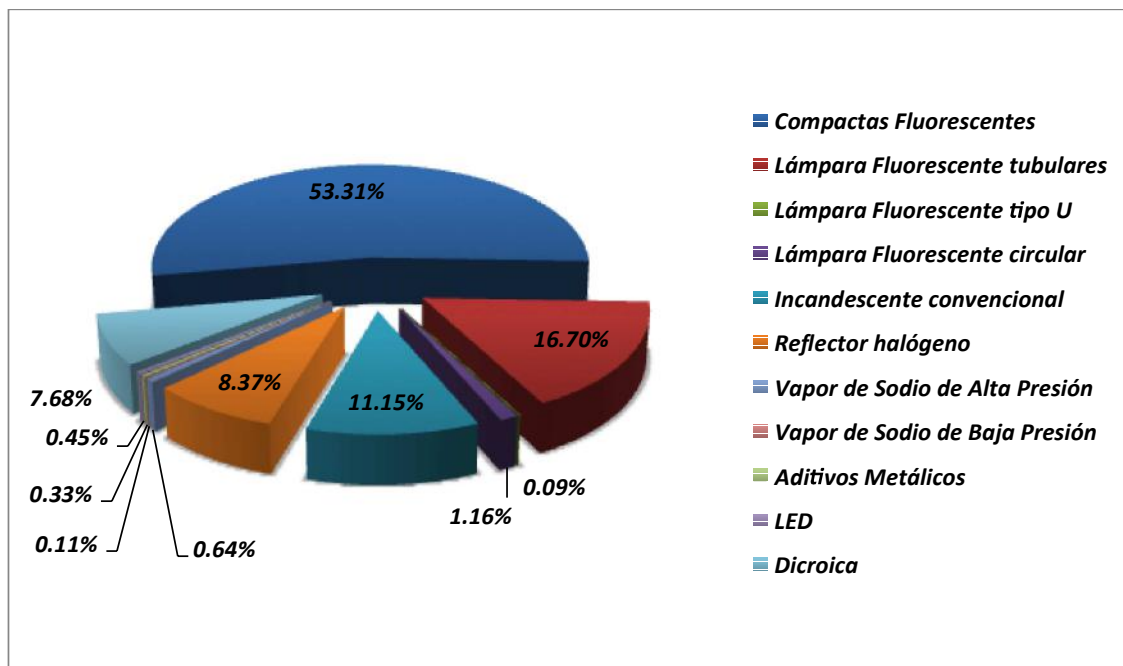
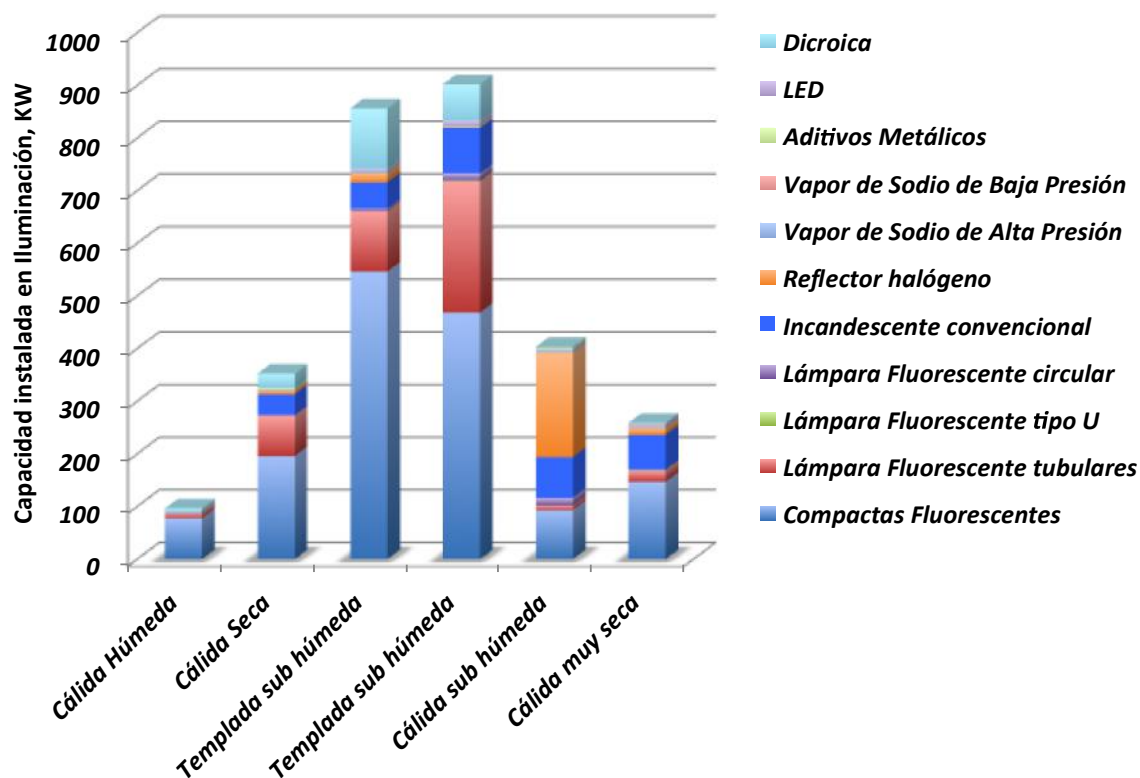
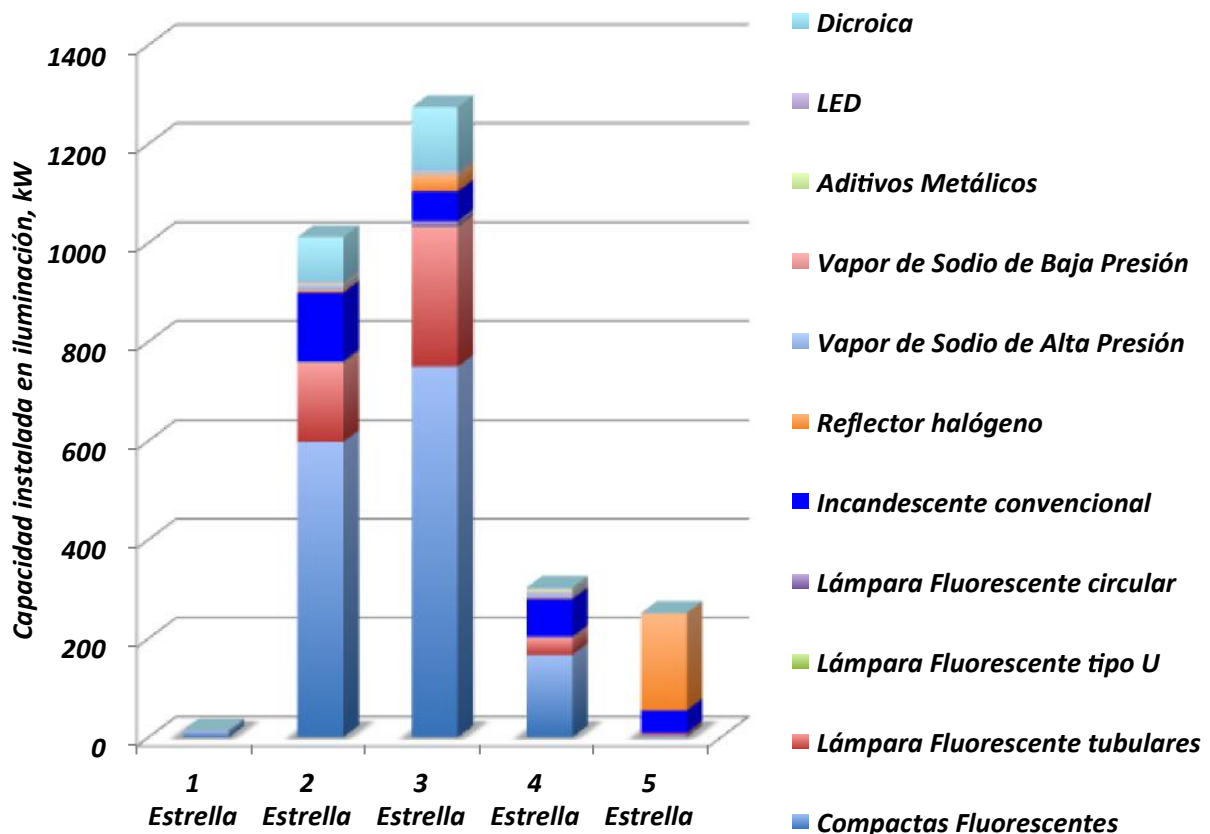


Figura 28: Potencia instalada en tecnología de iluminación en las regiones estudiadas.



En la figura 29 muestra la potencia instalada en iluminación para cada categoría de hotel y las diferentes tecnologías de iluminación. Se aprecia que la tecnología de lámparas fluorescente compacta sobresale de las demás, seguida por las lámparas fluorescente tubular. Se ha hecho notar las lámparas incandescentes para poner énfasis en su existencia, ya que son las primeras que deberán desplazarse.

Figura 29: Capacidad instalada en las diferentes tecnologías de iluminación por categoría de hoteles.



En cuanto a la capacidad instalada en aire acondicionado, en la figura 30 se tiene, en primer lugar, la variedad de sistemas de aire acondicionado instalados en todos los hoteles encuestados. Se aprecia que la tecnología más abundante es el mini-Split y en segundo lugar se encuentra el tipo ventana. Este último es el que tiene la más baja eficiencia.

Se deduce que se ha venido poco a poco cambiando las unidades de ventana, menos eficientes, por mini split, que es la tecnología que se encuentra instalada en la mayoría de los hoteles. En cuanto a la capacidad de refrigeración instalada, sobresale como tecnología las unidades paquete de expansión directa, pues son equipos de al menos 10 toneladas de refrigeración, seguida por los mini Split y posteriormente los de ventana (figura 31). La potencia instalada en los 323 hoteles encuestados es elevada, pues esta asciende a 2092 HP, con una capacidad unitaria de 0.90 TR/HP. Este valor representa una baja eficiencia y por ello permite tener una idea del potencial de ahorro de energía que existe en el sector.

Figura 30: Tecnologías de aire acondicionado empleado en los hoteles encuestados

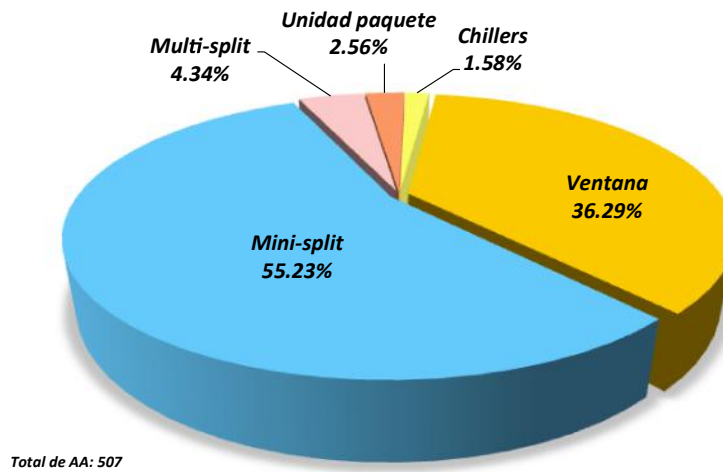
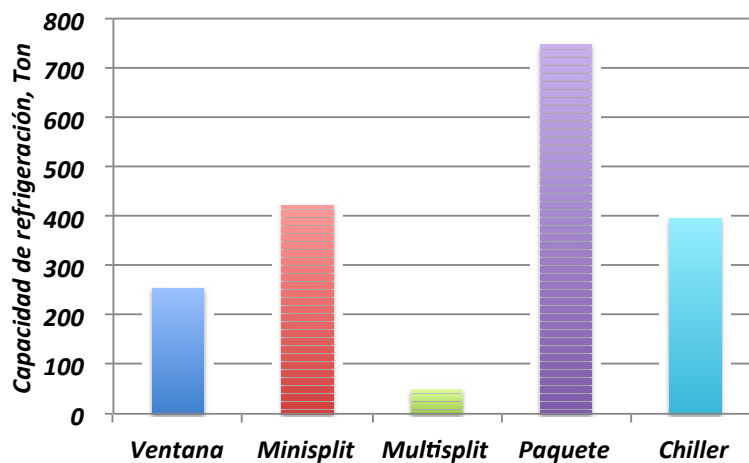
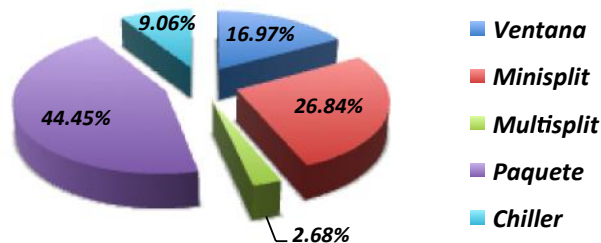


Figura 31: Capacidad de refrigeración instalada en Toneladas de refrigeración y en HP por tecnología en el conjunto de hoteles encuestados



Capacidad total instalada: 1884.25 TR

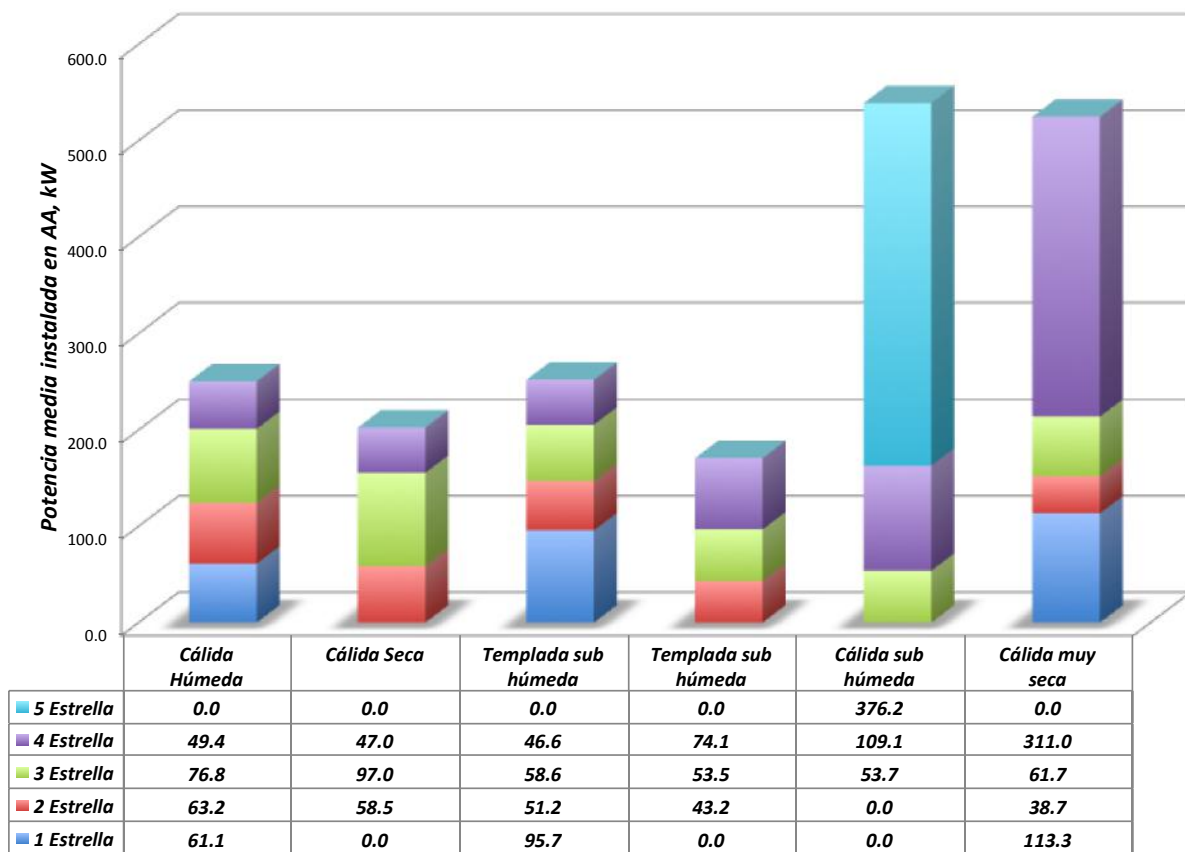
Capacidad Instalada, HP



Capacidad total instalada: 2092.3 HP

La capacidad instalada en aire acondicionado difiere entre las regiones y como se mencionó anteriormente de las tecnologías empleadas para obtener el confort térmico. En la figura 32 se muestra la relación de capacidad instalada en las diferentes regiones y categorías de los hoteles. En la tabla adjunta a la figura se aprecia que en las regiones cálida húmeda y cálida seca existe mayor potencia instalada. En la región cálida sub húmeda y cálida muy seca se tiene una mayor potencia instalada pero en hoteles de 3 y 4 estrellas.

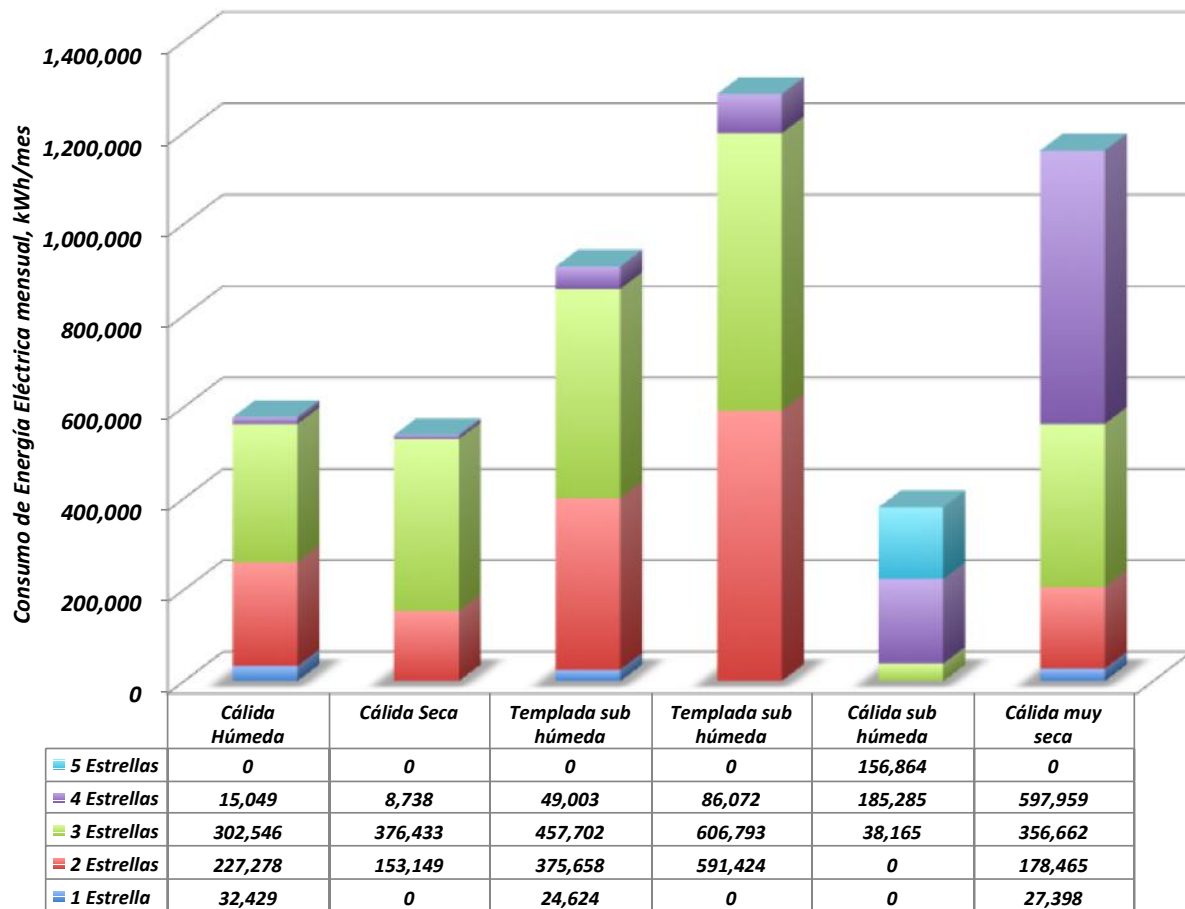
Figura 32: Potencia promedio instalada en aire acondicionado en los hoteles



5.2.1.2 Consumo de energía eléctrica

La energía eléctrica se consume en los hoteles sin control y sin una estrategia de racionalización pues no hay una correlación adecuada entre las diferentes variables que pudieran estudiarse. Así, en la figura 33 el consumo de energía eléctrica del conjunto de hoteles encuestados es superior en las regiones templadas sub húmedas. Curiosamente, las regiones de menor consumo son las más calurosas. Sin embargo este consumo es la suma de los consumos individuales por categoría y por región

Figura 33: Consumo promedio de energía eléctrica en los hoteles entrevistados



Para observar el consumo específico para cada hotel en promedio, la figura 33 muestra que efectivamente en las regiones calurosas el consumo de energía se incrementa, pudiendo llegar al doble respecto a las regiones templadas.

Este consumo se puede desglosar por tecnologías en las cuales se aprecia que es el aire acondicionado quien sigue siendo un gran consumidor. En la figura 34 se puede apreciar ese consumo. Se observa que es el aire acondicionado quien tiene una gran proporción. Esta situación se puede observar con mucha claridad en la figura 35. Al aire acondicionado le sigue los motores y después la iluminación exterior e iluminación interior.

El consumo unitario da una mejor idea de la distribución de las cargas y el como se viene consumiendo. En la figura 36 se aprecia el consumo medio por tecnología donde se aprecia que el aire acondicionado prevalece sobre las demás. Fuerza (bombeo, principalmente) es el segundo e iluminación la tercer tecnología de mayor consumo.

Figura 34: Energía promedio empleada en aire acondicionado por hotel

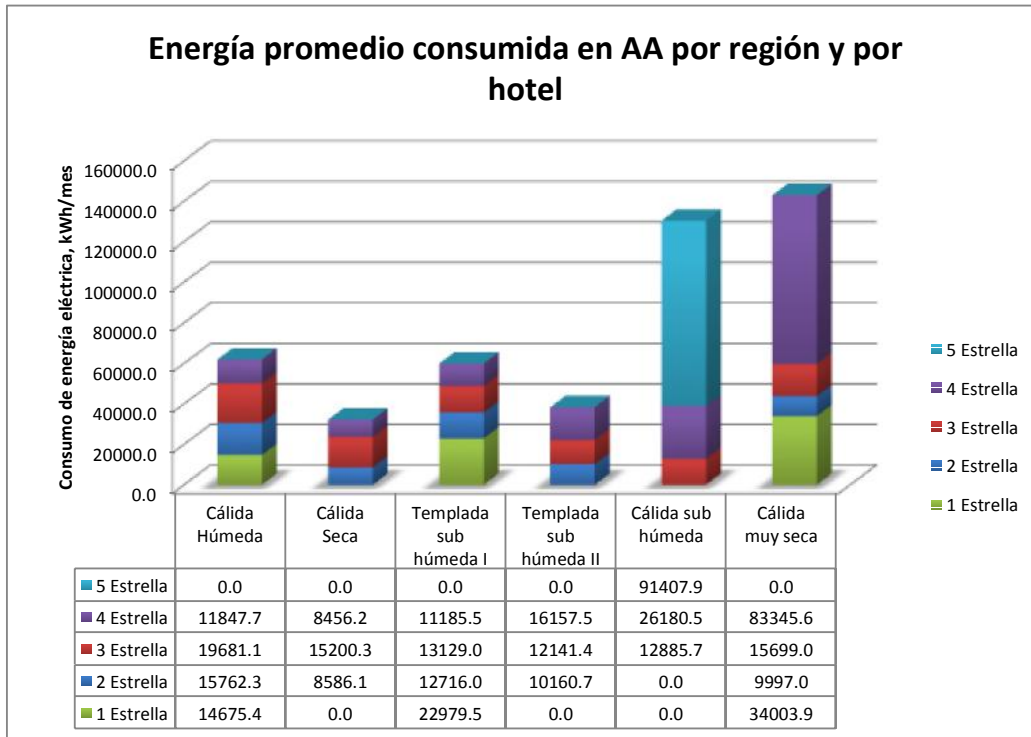


Figura 35: Consumo total de energía eléctrica por tecnología en los hoteles entrevistados

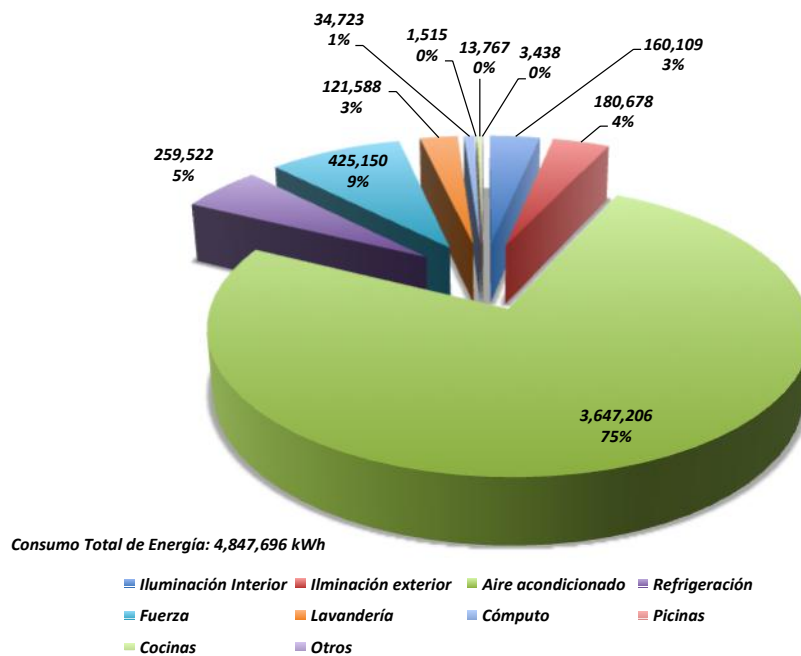
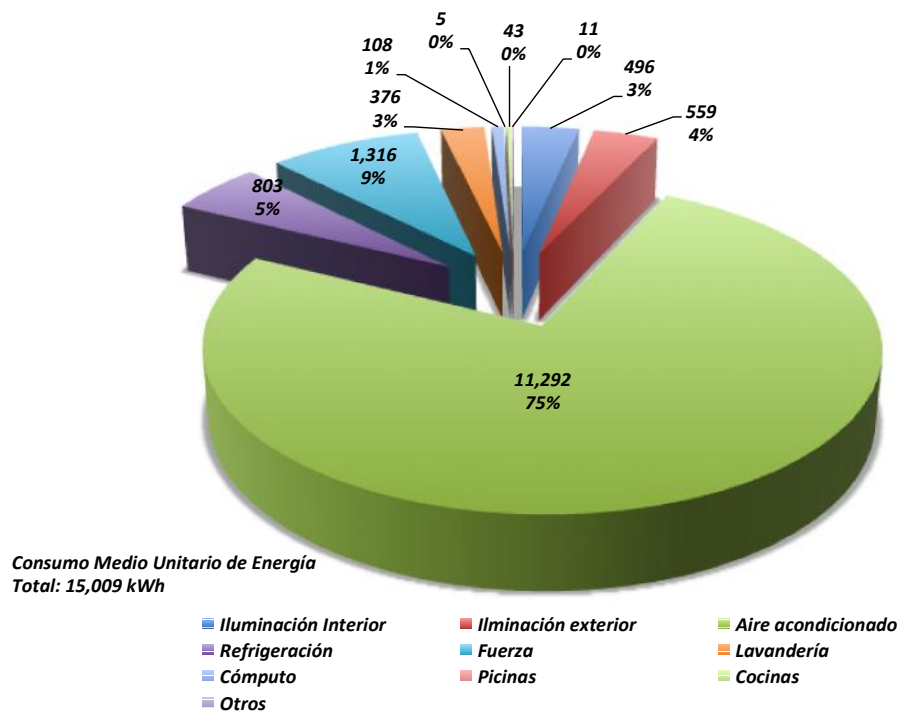
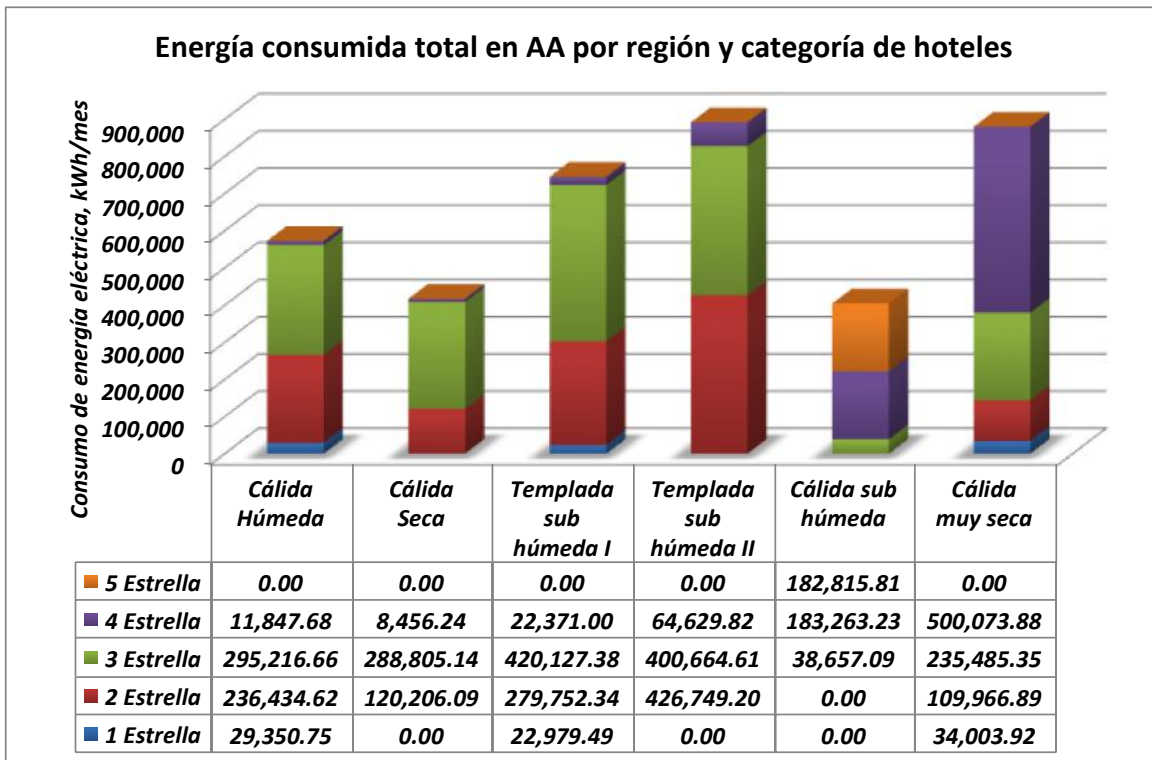


Figura 36: Consumo promedio unitario de energía eléctrica para diversas tecnologías en los hoteles encuestados



Y puesto que es el aire acondicionado la tecnología de mayor consumo, se hace necesario un análisis más puntual. En la figura 37 se muestra el consumo total de energía en aire acondicionado para cada región y para cada categoría de hotel. Se observa que es en las regiones cálidas donde mayormente se consume esa energía. Aunque por el número de hoteles esa diferencia se puede apreciar correctamente. Para hacerlo se ha construido la grafica de la figura 34 de consumos específicos por hotel. En esa gráfica se aprecia con mayor claridad esa situación.

Figura 37: Consumo total de energía en aire acondicionado por región y categoría de hotel



En lo que concierne a la iluminación, se tiene que para las distintas regiones el consumo y la distribución de lámparas es ligeramente diferente, sin embargo prevalecen en su mayoría las lámparas fluorescentes compactas. En la figura 38 se observa que es la región templada sub húmeda quien tiene el mayor consumo, pero también son las regiones que concentran el mayor número de hoteles.

Desde el punto de vista de la calidad de los hoteles, en la gráfica de la figura 39 se hace el desglose por tecnología de iluminación en función del número de estrellas del hotel. El fenómeno se repite en esta gráfica, en la que se observa que los hoteles de las regiones templadas sub-húmedas concentran el mayor número de hoteles pero también el mayor consumo de energía por iluminación.

Para dilucidar el consumo de energía de una forma más precisa, se ha realizado la figura 40 en donde se puede apreciar el consumo específico de energía eléctrica. Se observa que la región cálida sub húmeda es la que concentra el mayor consumo de energía. La región cálida seca y muy seca y las regiones templadas tienen un consumo similar y es del orden del 25% de la primera. La región cálida húmeda es la que menos consumo tiene por este concepto.

En cuanto al consumo de energía por la calidad de los hoteles, se tiene que entre mayor es la calidad el consumo de energía eléctrica por iluminación se incrementa notoriamente. En la figura 41 se aprecia este fenómeno. En esta figura se ha eliminado los hoteles de 5 estrellas ya que su consumo es muy superior y la muestra es muy pobre.

Figura 38: Consumo de energía en iluminación de acuerdo a la tecnología y la región

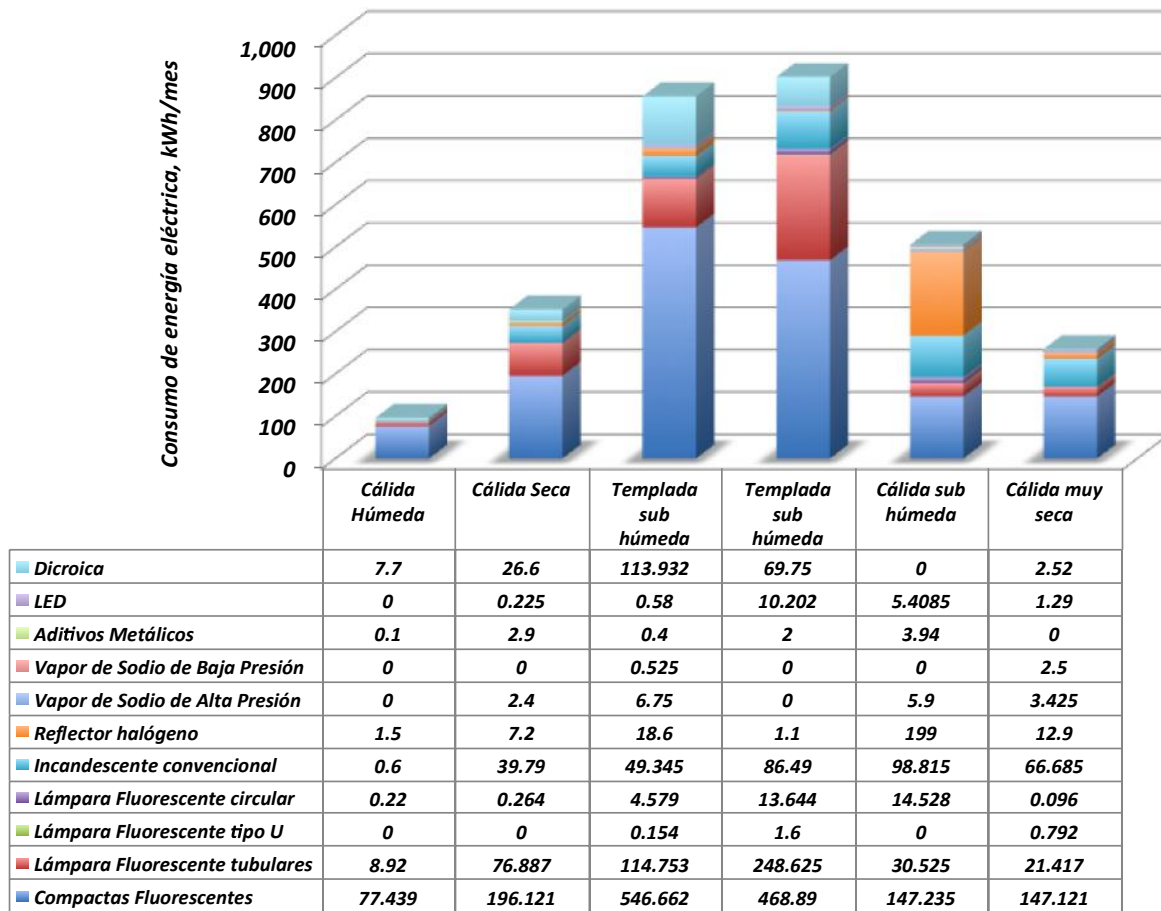


Figura 39: Consumo de energía en iluminación de acuerdo a la tecnología y la calidad del hotel.

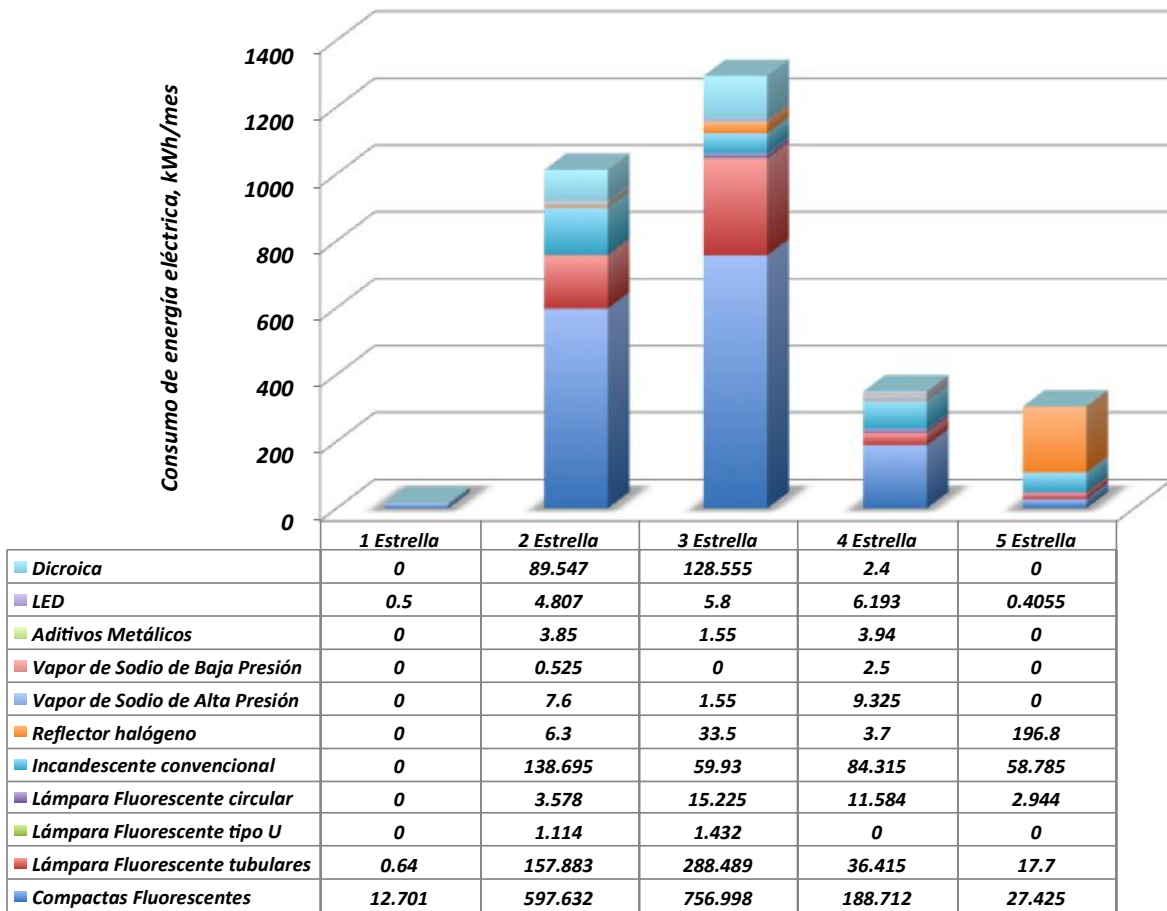


Figura 40: Consumo promedio de energía eléctrica por iluminación por hotel

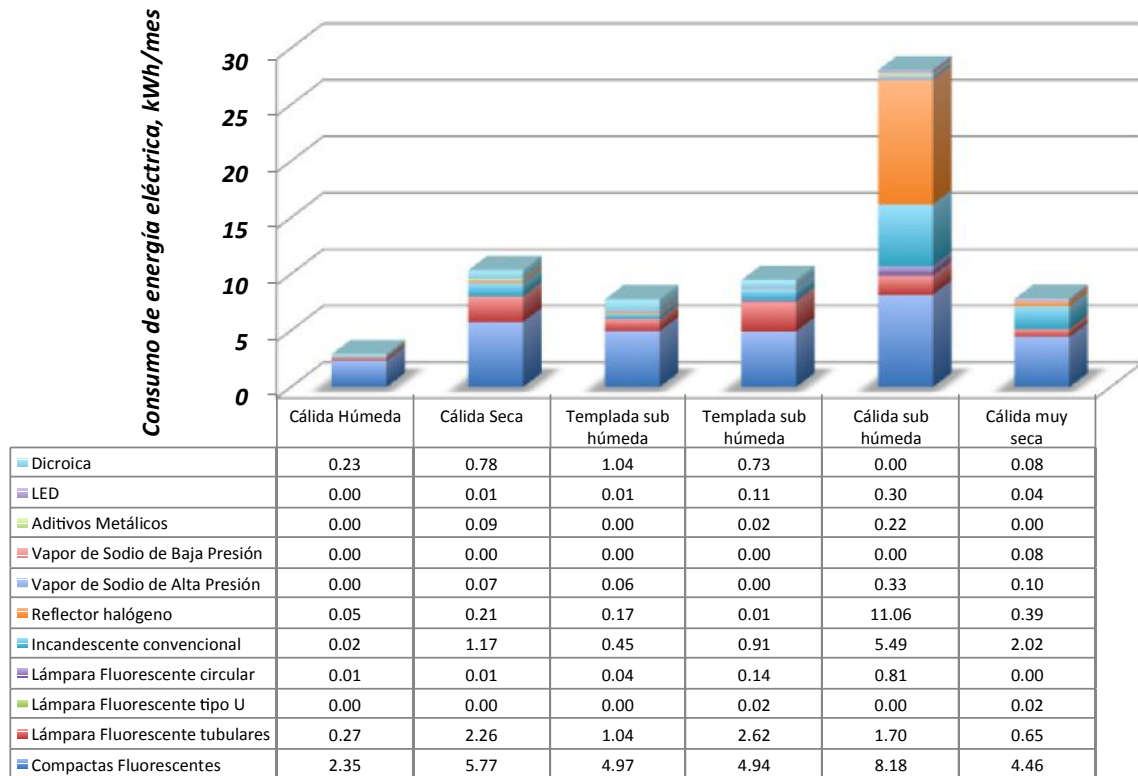
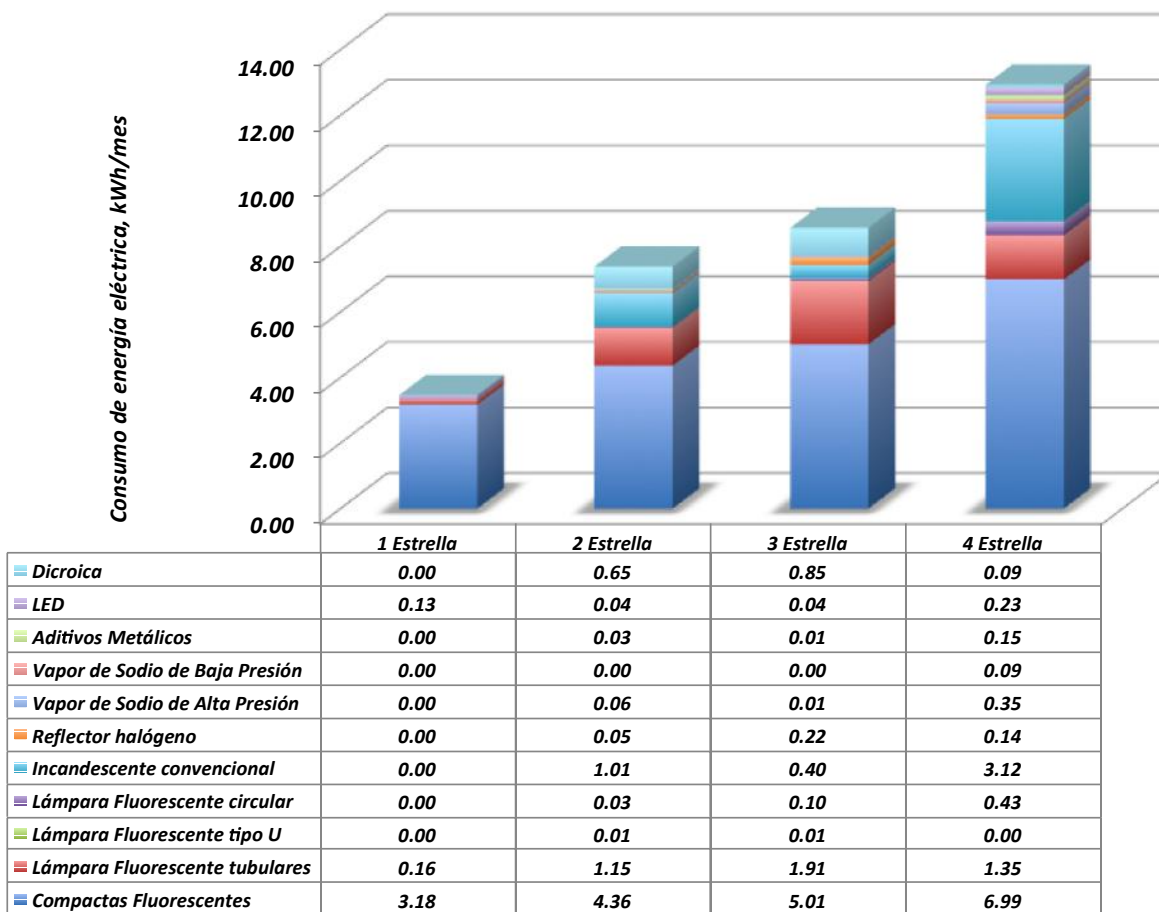


Figura 41: Consumo promedio de energía eléctrica en función de la calidad del hotel



5.2.1.3 Consumo de energía térmica

En cuanto a energía térmica, se puede observar en la figura 42 que la mayor capacidad instalada de equipo emplea GLP (98%) y en una proporción muy pequeña usa GN. El número de equipos es mayoritariamente compuesto por calderas (figura 43) con un 77%, cuyo consumo es muy importante (91%) comparado con los calentadores comerciales, ya que las calderas tienen una capacidad muy superior. En la figura 44 muestra la proporción entre calderas, calentadores y el uso en cocinas de los combustibles empleados.

Figura 42: Distribución por tipo de combustibles

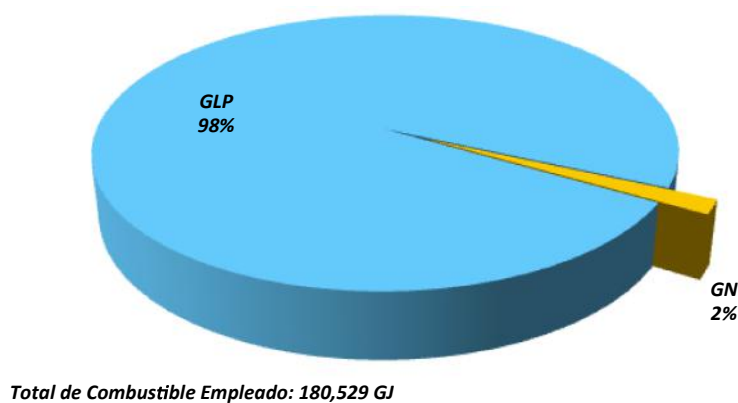


Figura 43: Proporción del número de equipos entre calderas y calentadores comerciales

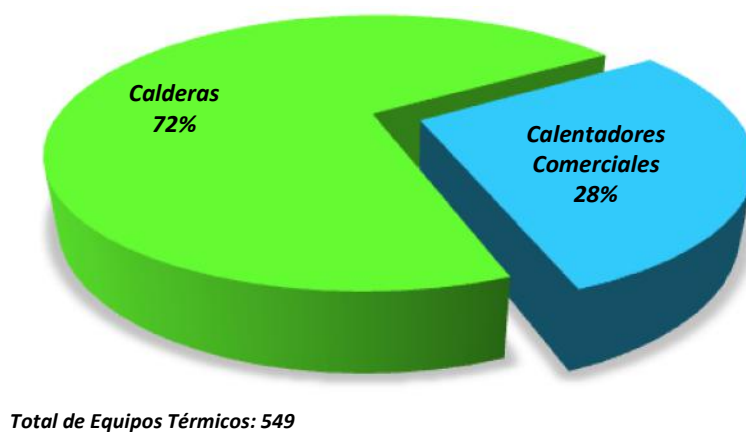
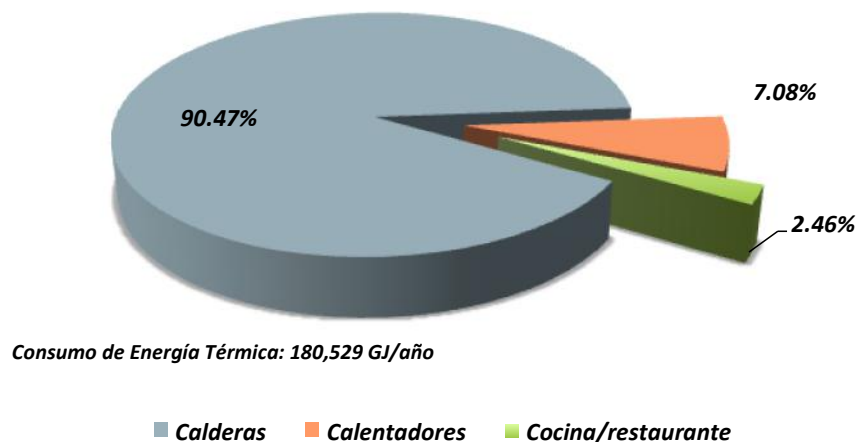


Figura 44: Consumo de energía térmica en Hoteles, (GJ/año)



En las diferentes regiones climáticas el consumo de energía térmica varía proporcionalmente con respecto a la energía eléctrica consumida. La energía térmica se consume por el uso de calderas o calentadores de agua principalmente. Un pequeño consumo, del 2% es empleado en las pocas cocinas que tienen los hoteles encuestados (figura 44). Así podemos observar en la figura 45 que en el consumo de energía predomina el uso del gas licuado de petróleo, y es la región cálida muy seca quien tiene mayor uso de gas natural. La distribución de esa energía térmica entre los tres usuarios mencionados: calderas, calentadores comerciales y cocinas/restaurante, depende principalmente de la existencia de éstas últimas. En la figura 46 se puede apreciar que son las regiones cálida húmeda y la cálida muy seca quienes tienen un porcentaje apreciable de calentadores comerciales, para las cuales el 74.5% y 71% respectivamente corresponde a calderas. Para las otras regiones más del 91% es para este equipo. De aquí se deduce fácilmente que el mayor potencial de ahorro de energía está en las calderas, aunque también hay que tomar en cuenta a los calentadores.

Figura 45: Distribución porcentual de tipos de combustibles en las regiones seleccionadas

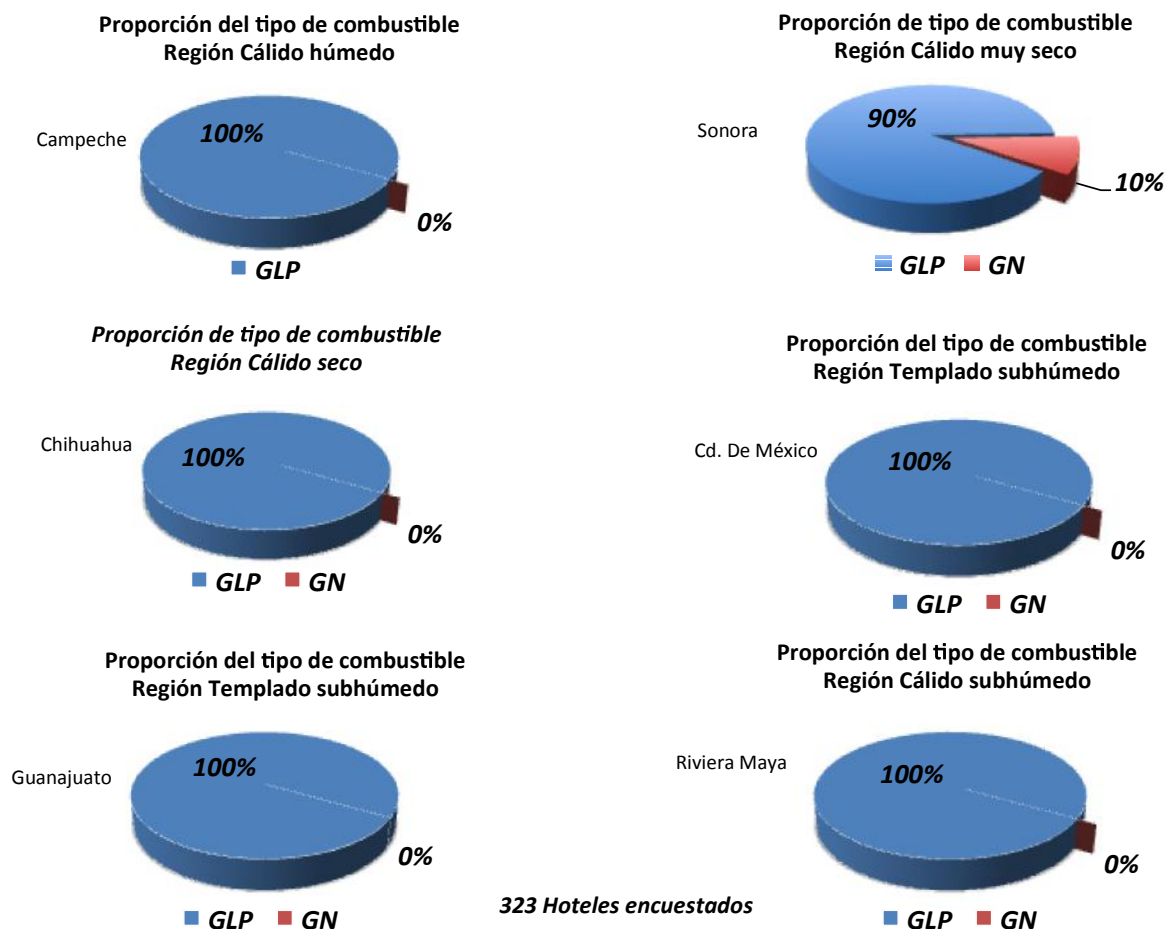
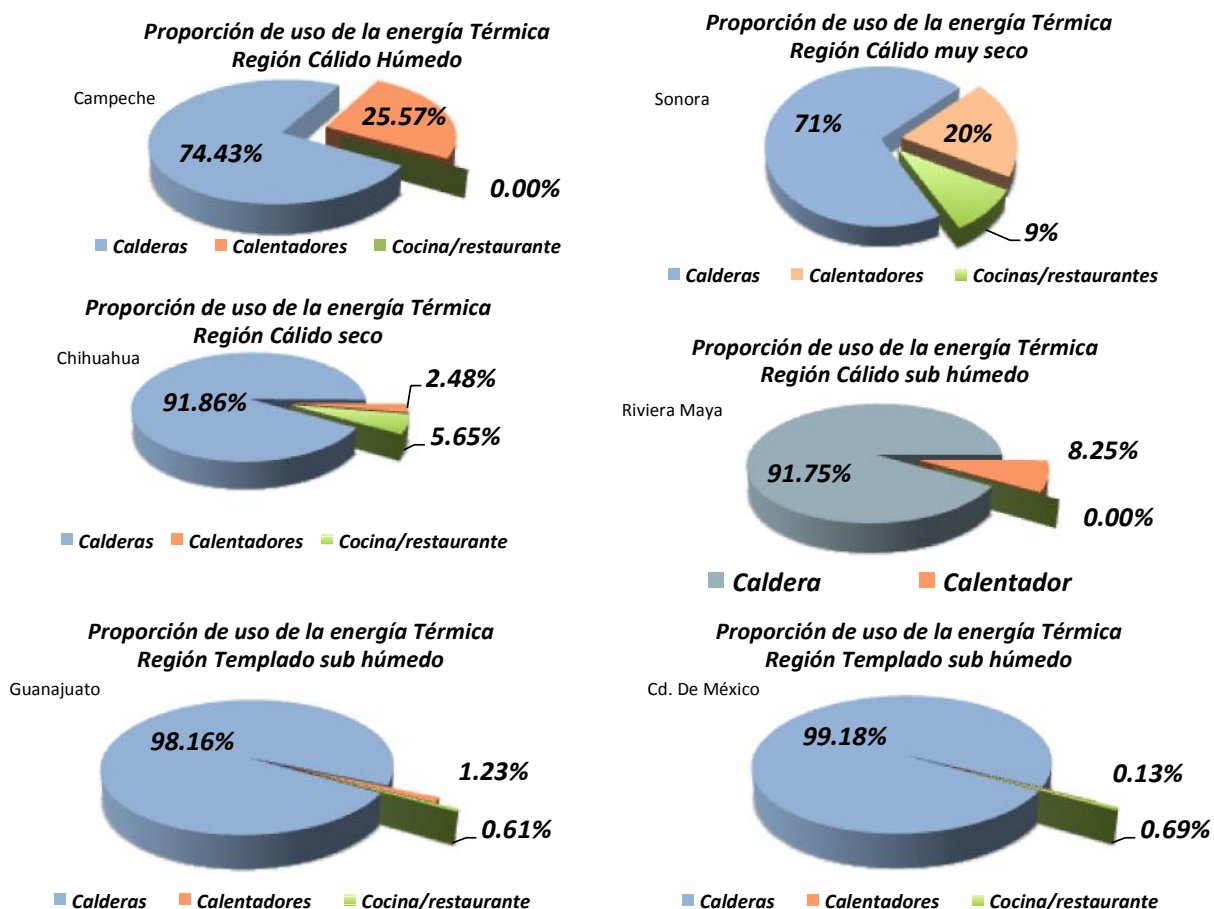


Figura 46: Distribución de consumo total de energía térmica en los equipos



El consumo de energía térmica varía entre regiones. La figura 47 presenta el consumo de energía térmica en términos de GJ/mes, de cada región. Se puede claramente observar que la región cálida sub húmeda es la que utiliza mayor cantidad de combustible por hotel. De acuerdo con las encuestas ese resultado es normal, ya que son hoteles de 4 y 5 estrellas en se gran mayoría y de gran número de habitaciones comparado con los hoteles de las otras regiones. En el siguiente capítulo, donde se verán los indicadores energéticos se tiene una mejor visión de estos aspectos. En la figura 48 se presenta el consumo de combustibles por calidad del hotel. En esta figura se ha excluido los hoteles 5 estrellas, ya que el consumo reportado es muy superior a los otros hoteles. Se observa que los hoteles de una estrella consumen mayor cantidad de combustibles por hotel que los de 2 y 3 estrellas y casi lo mismo que los hoteles de 4 estrellas. Los hoteles de 2 y 3 estrellas tienen un comportamiento típico, cuya diferencia es pequeña.

Figura 47: Consumo de combustibles por región climática

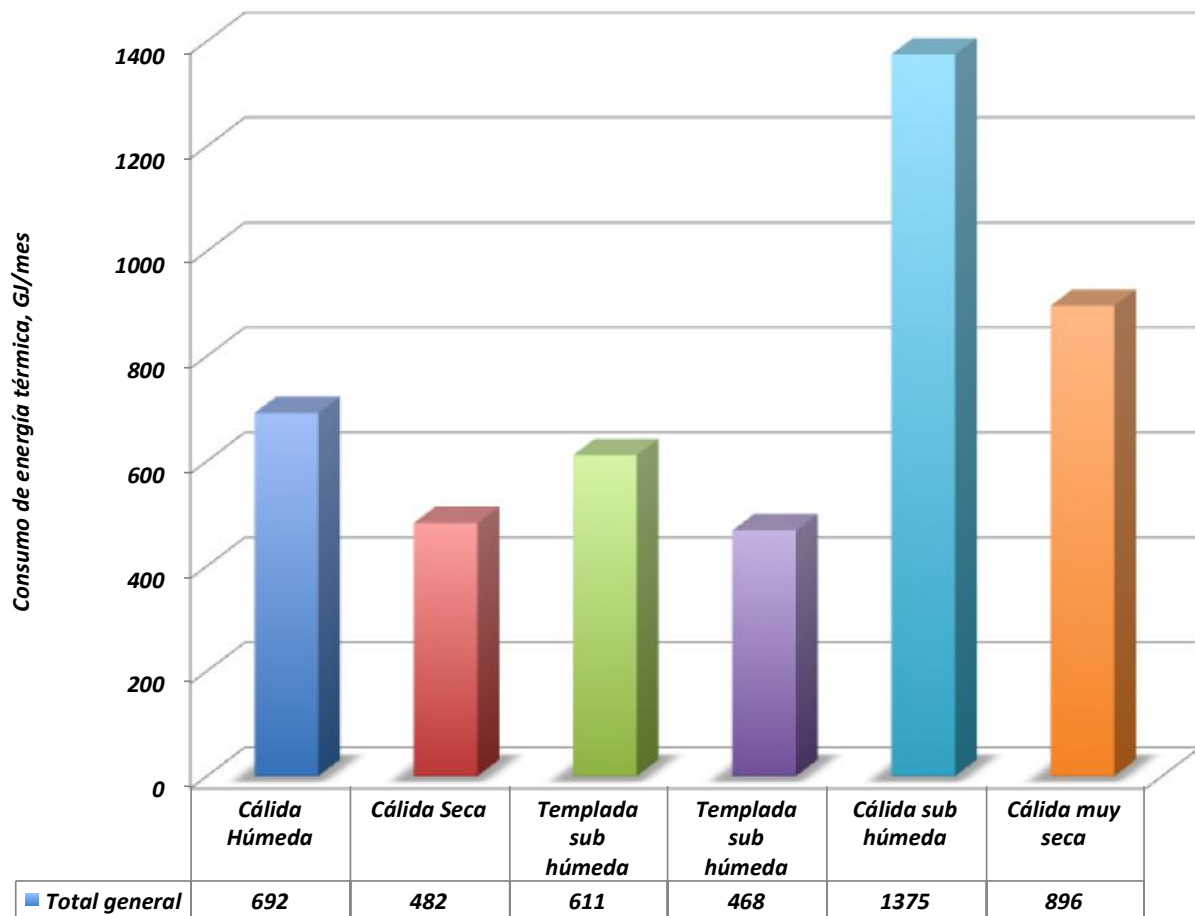
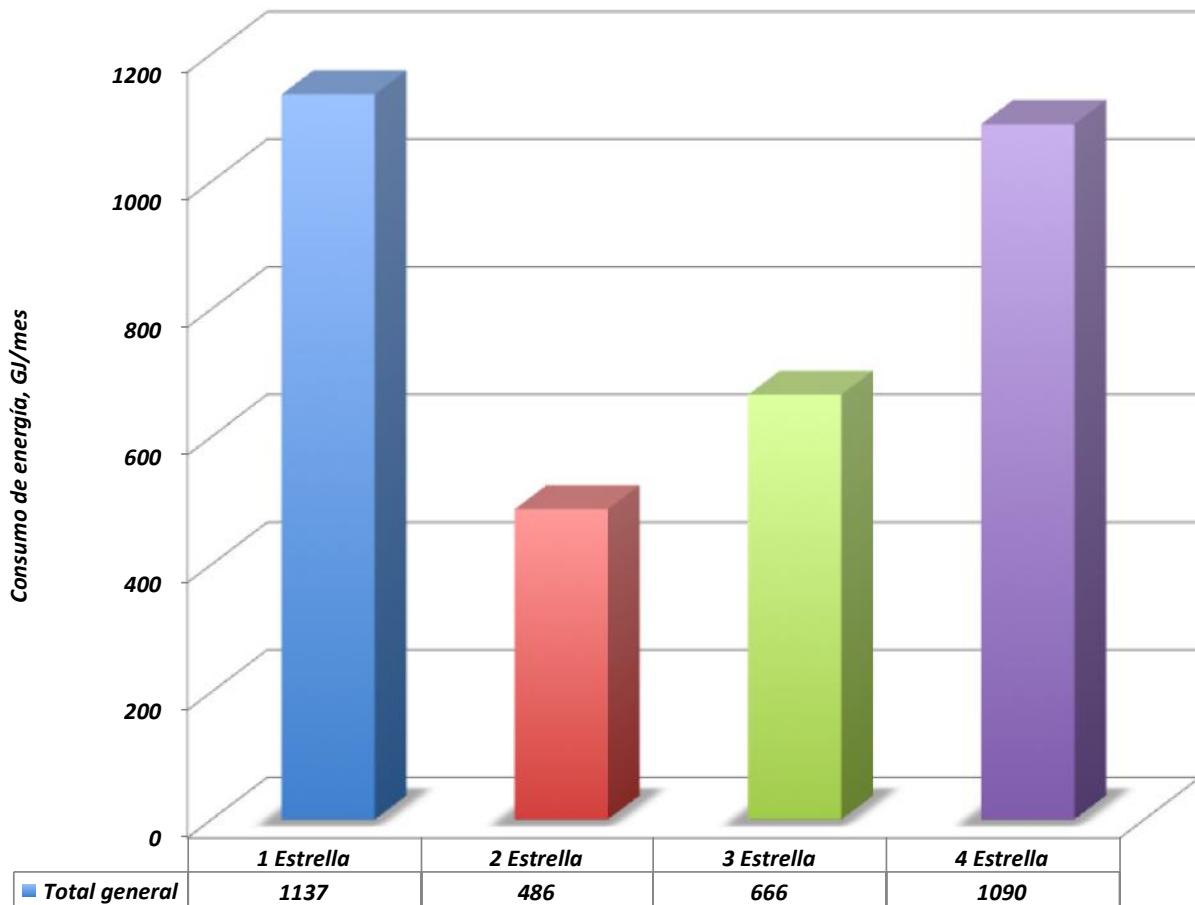


Figura 48: Consumo de combustibles por la calidad del hotel.



5.3 Indicadores Energéticos

Uno de los elementos que se tienen para identificar el potencial de ahorro de energía y al mismo tiempo dar seguimiento a los ahorros que se obtienen a través de la implementación de los proyectos orientados a reducir los consumos de energía son los indicadores de consumo energético. Estos indicadores se conforman con el consumo de energía relacionado con una variable proxy, que es la que responde con mayor precisión al consumo de energía. Normalmente tiene una tendencia lineal, aunque no siempre es así.

En el caso del sector hotelero, las variables proxy identificadas para el consumo de energía han sido el número de habitaciones ocupadas, el número de eventos realizados al mes (cuando cuentan con salas y salones de eventos), clima a lo largo del año y las áreas ocupadas por los huéspedes. Para el caso de potencia instalada, normalmente la variable proxy que se ha definido es el área de las habitaciones o el área total construida. Sin embargo esta última, el área, no es una variable sino una constante.

En relación a los hoteles encuestados se ha podido construir algunas gráficas de dispersión para una muestra específica de hoteles, con categorías diferentes y en regiones diferentes. Las

relaciones construidas dan fe de un uso un tanto cuanto anárquico de la energía. La dispersión que se tiene en la información obtenida del consumo de energía es grande.

5.3.1 Análisis global

La gráfica de la figura 49 muestra la variación del índice energético eléctrico construido con el consumo de energía total de los 323 hoteles encuestados y el número total de habitaciones ocupadas en el mismo período mensual. Se puede observar que ese índice tiene un valor medio anual de 1000 kWh/habitación – mes $\pm$ 10%. Ese valor es elevado si se le compara con los indicadores que se han presentado en la tabla 7, los cuales en el peor de los casos en los hoteles entre 50 – 150 habitaciones, muestra un valor de 250 kWh/habitación – mes. Como se mencionó para la tabla 7, esta no considera las características climáticas de cada sitio y fueron elaboradas para latitudes superiores a las de México. Es muy evidente el comportamiento de la curva de la figura 49. En época de calor, el consumo de energía se incrementa por el aire acondicionado.

La figura 50 muestra la variación del índice energético térmico; construido con la suma de todos los combustibles empleados en los hoteles encuestados respecto al número de habitaciones ocupadas. Contrariamente al índice eléctrico, el índice térmico tiene un comportamiento convexo. En la época calurosa, el índice de consumo de combustibles desciende y se ubica en valores relativamente más bajos. Aquí el promedio anual se sitúa en 1.827 GJ/ habitación – mes $\pm$ 6.8%. Comparativamente con la tabla 8, el peor de los casos para hoteles entre 50 y 150 habitaciones se sitúa en un valor de 1.95 GJ/habitación – mes. Al igual que en el caso anterior y debido a lo cálido del clima mexicano, en lo general, el consumo de energía térmica es menor. No obstante, 1.827 GJ/ habitación – mes, es un valor elevado para las latitudes del país.

El consumo de agua es muy aleatorio en el territorio nacional, pues es una función de la abundancia o escasez regional, del clima y las costumbres de los turistas de la región. No obstante se puede apreciar en la figura 51 que el índice de consumo de agua por habitación mensual obedece, parece ser, a los períodos vacacionales en el país. El índice se sitúa en un valor medio de 8.18 m³/habitación – mes $\pm$ 15.13%. En este caso, no se tiene referente sobre los consumos de agua en la hotelería, pero si se considera que cada habitación día ocupada emplea en el límite alto 3 m³/habitación – mes, que incluye los servicios de baños del hotel y la limpieza en todas las áreas. El análisis siguiente, de las diferentes regiones climáticas, arroja resultados más coherentes en el uso del agua. De aquí se puede concluir la importancia de hacer un diagnóstico del uso del agua sobre todo en los grandes hoteles.

Figura 49: Variación mensual del índice energético eléctrico para el universo de hoteles encuestados

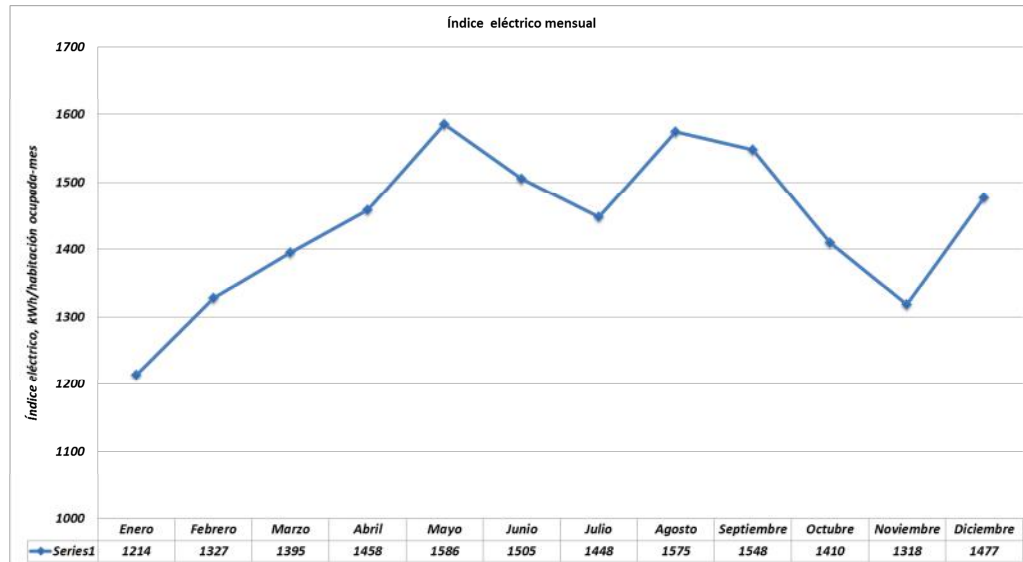


Figura 50: Variación mensual del índice energético térmico para el universo de hoteles encuestados

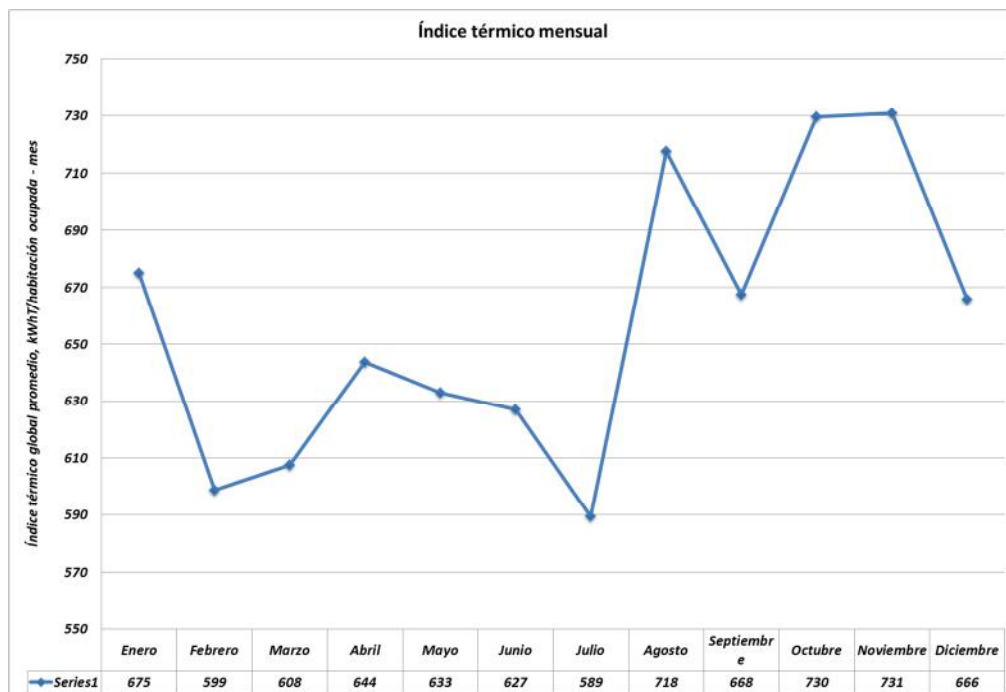
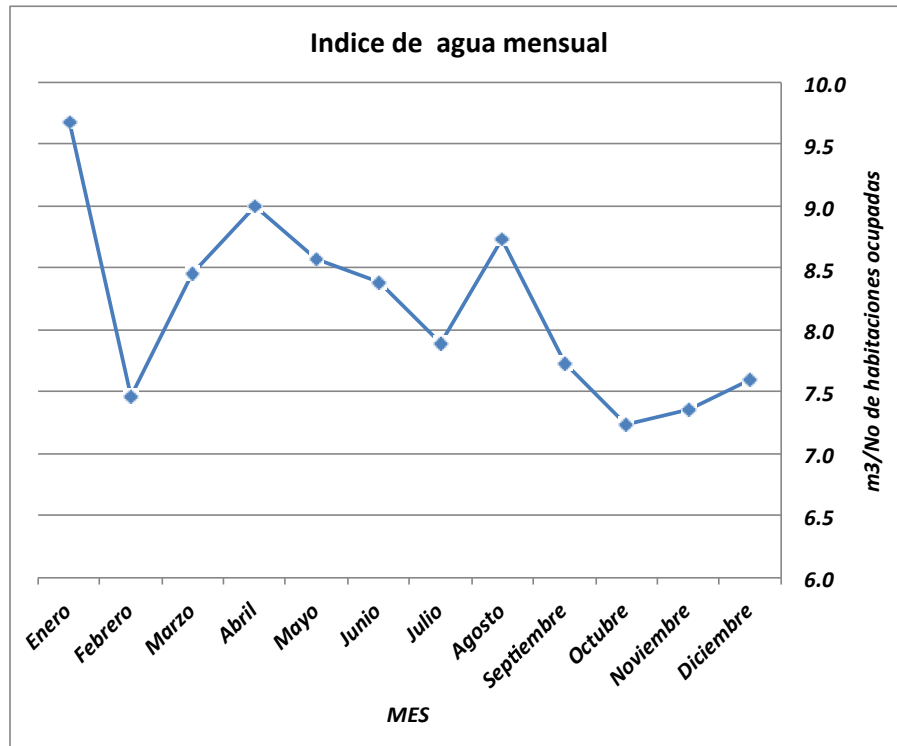


Figura 51: Variación mensual del índice de uso de agua para el universo de hoteles encuestados



5.3.2 Análisis Regional

El análisis regional, por zona climática, permite observar las diferencias entre ellas y proponer algunos indicadores de eficiencia energética y de uso del agua. La propuesta, más allá de tratar de establecer una norma, es solamente un indicador de aproximación para estimar los ahorros de energía y agua.

El análisis regional se desarrollo al relacionar el consumo de energía de un mes dado al número de habitaciones ocupadas en ese mes. El número de habitaciones ocupadas es el producto del factor de ocupación por el número total de habitaciones disponibles en el hotel. Este indicador ha sido propuesto en diversas publicaciones citadas previamente y permite estimar el potencial de ahorro de energía en este sector. El índice se calculo para el consumo promedio de energía de los hoteles de una cierta región (sumando todas las categorías de los hoteles de la región) con respecto al número de habitaciones ocupadas en un período determinado. Se hizo también el cálculo considerando la calidad del hotel (por número de estrellas) y también en ambos casos se determinó un índice mensual para observar su variación anual y tratar de vincularlo con alguna otra variable (tal vez no medible o medida), por ejemplo clima típico, vacaciones, zona turística o no, etc. Adicionalmente se hizo la comparación del índice eléctrico el resultado de la gráfica de dispersión para dos hoteles de Campeche.

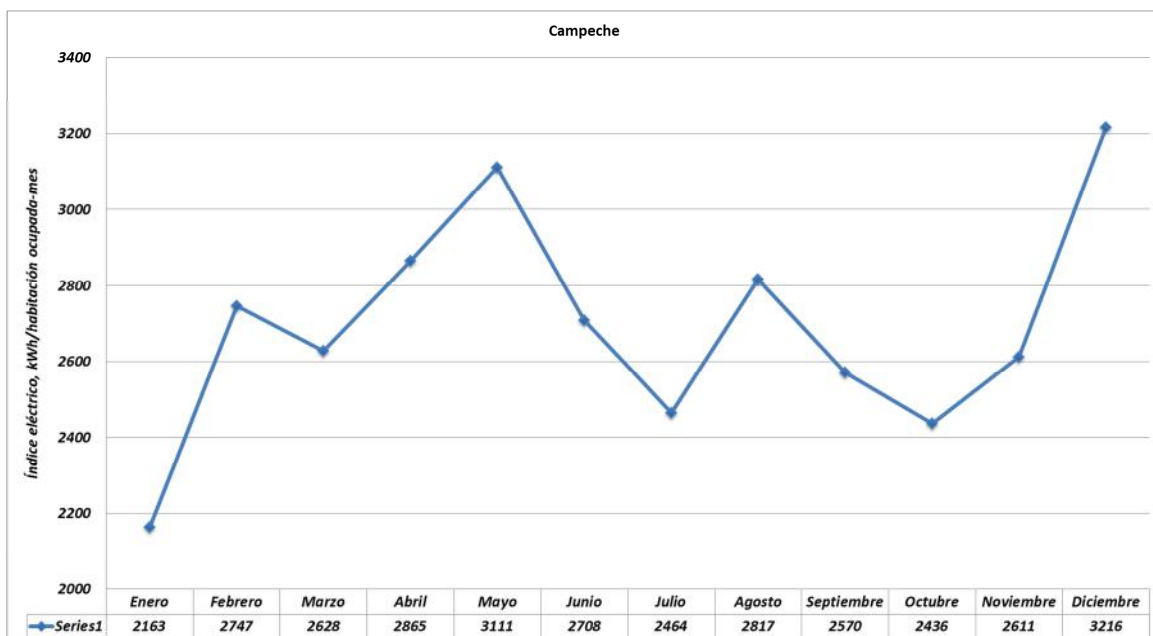
En la tabla 12 se han compilado los indicadores de consumo de energía eléctrica para las 6 regiones y las 5 divisiones de calidad de los hoteles. Para cada una le corresponde un indicador diferente.

Tabla 12: Indicadores de consumo de energía eléctrica, kWh/habitación ocupada – mes

Región Climática	Categoría de Hotel, estrellas					Promedio
	1	2	3	4	5	
Cálida Húmeda	3370	2668	2062	2679		2695
Cálida Seca		915	1142	2148		1402
Templada sub húmeda I	2085	789	789	784		1112
Templada sub húmeda II		503	510	228		414
Cálida sub húmeda			1784	1974	1913	1890
Cálida muy seca	657	1141	1073	990		965
Promedio general	2037	1203	1227	1467	1913	1569

En la figura 52 se presentan la variación del índice eléctrico para la región cálida húmeda, Campeche, donde se puede apreciar la variabilidad del indicador. El máximo y mínimo de este valor se sitúa en 3,175 y 2,607 kWh/habitación – mes respectivamente, con un valor central de 2999 kWh/habitación – mes.

Figura 52: Índice energético eléctrico para la región cálida húmeda.



Simplemente como una comparación para reflejar el grado de incertidumbre en las estimaciones, se tomaron dos hoteles de 2 y 3 estrellas de Ciudad del Carmen Campeche para hacer un análisis con una gráfica de dispersión y compararlo con los resultados presentados.

Figura 53: Grafica de dispersión de dos hoteles de Ciudad del Carmen Campeche

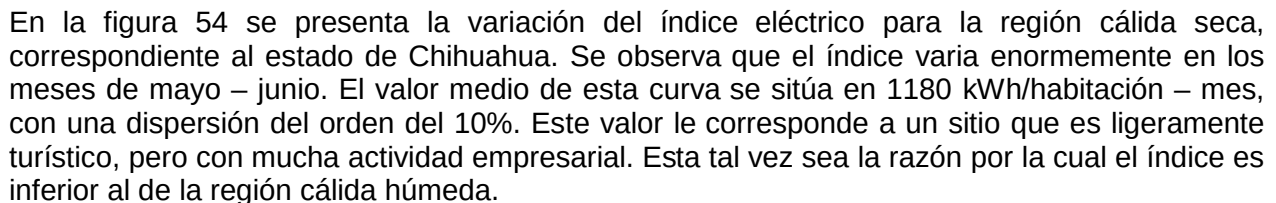
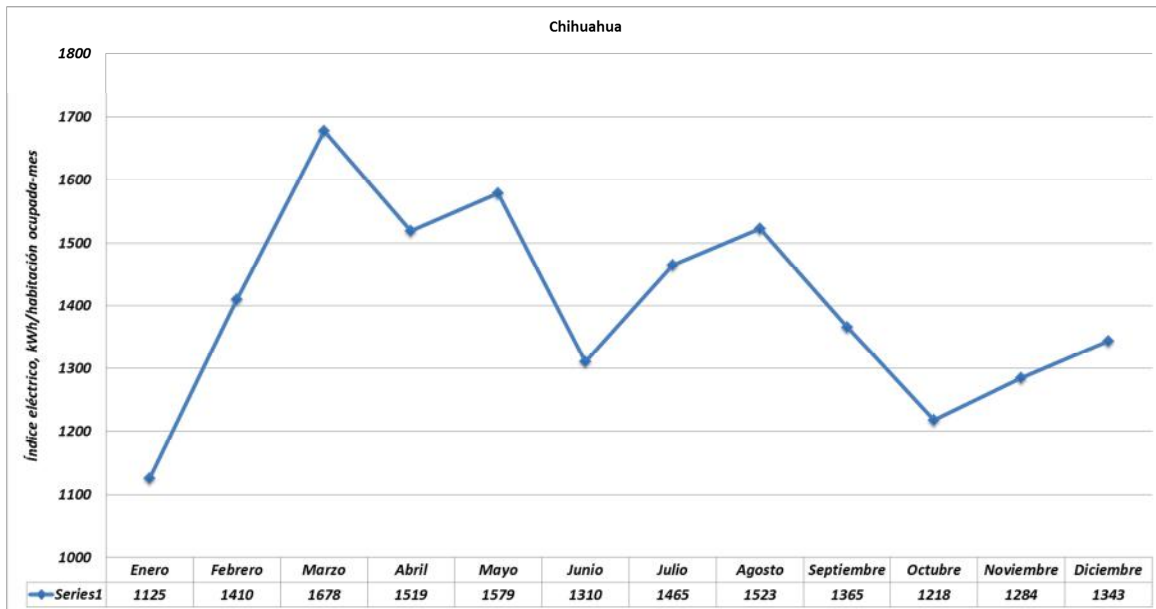


Figura 54: Índice energético eléctrico para la región cálida seca



En la región templada sub – húmeda, que le corresponde la Distrito Federal, el índice de consumo eléctrico es aún menor (figura 55). Su valor medio es de 1011 kWh/habitación – mes. Este indicador tiene una variación del orden del 10% también. No obstante que tiene un valor más bajo, se encuentra en una región noble desde el punto de vista climático, pero es altamente turística y, aunque los hoteles son de mediana ocupación, la permanencia de los huéspedes, es de corto tiempo, de acuerdo con las estadísticas de la SECTUR (DataTur 2011).

En la figura 56 se presenta la segunda región templada sub – húmeda que le corresponde al estado de Guanajuato. En esta región el índice energético estimado es de 538 kWh/habitación – mes, el cual es un valor más cercano a los valores deseables. Su dispersión es pequeña y aparentemente no obedece a ninguna variable climática o turística. Su dispersión en este caso es de 3.5%. Esta implica que en esta región existe posiblemente un control de consumo energético, sin embargo si puede tener un buen potencial de ahorro de energía.

Figura 55: Índice energético eléctrico para la región templada sub – húmeda (DF)

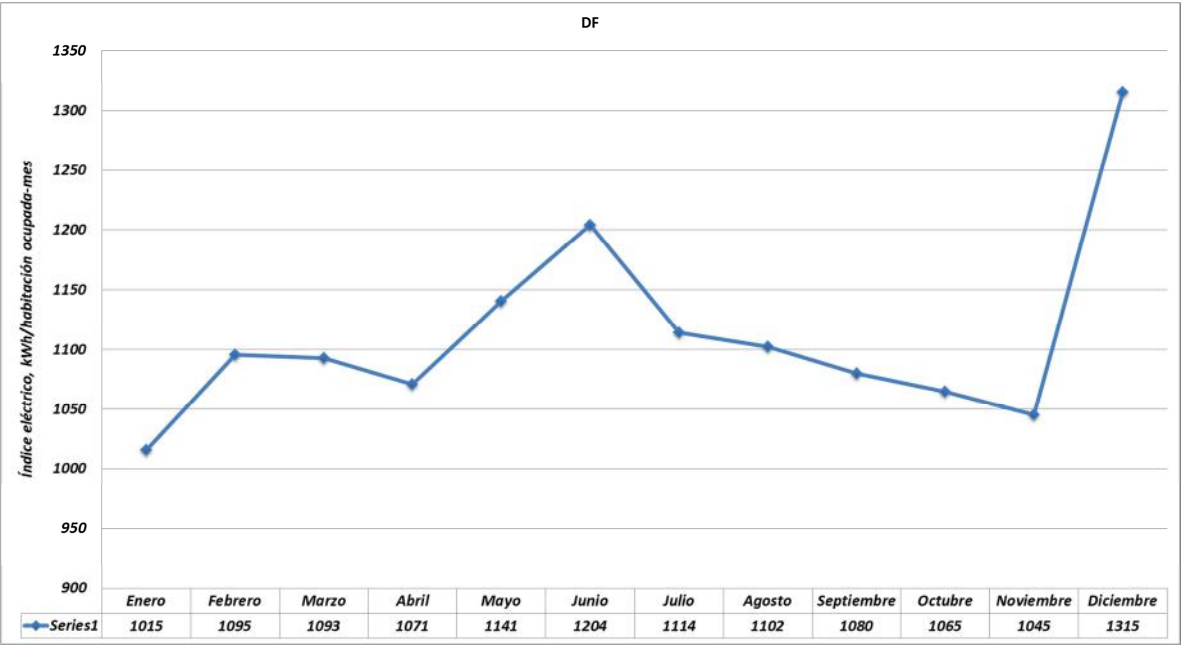
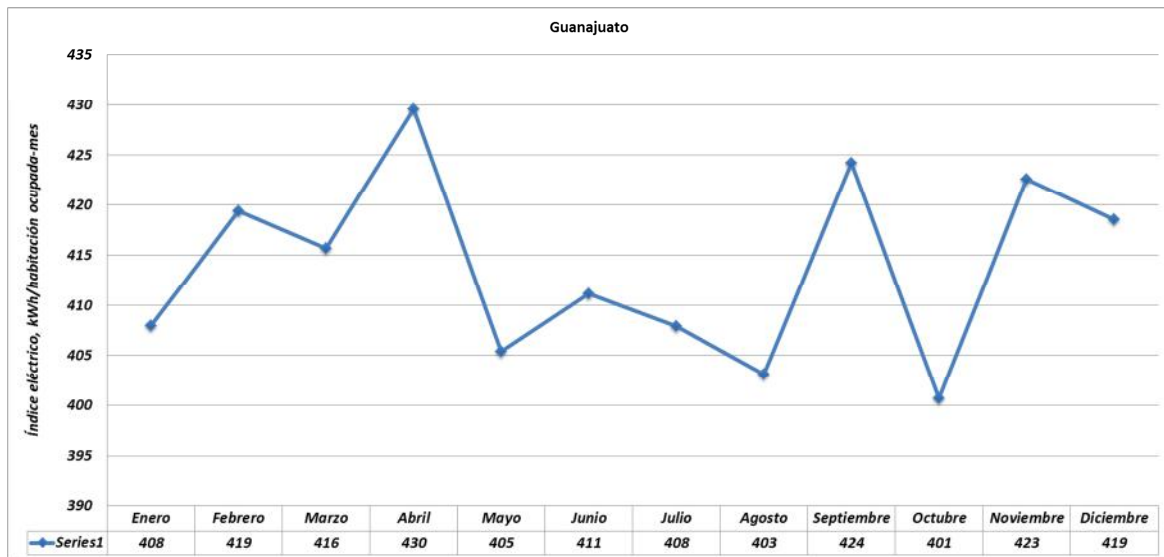
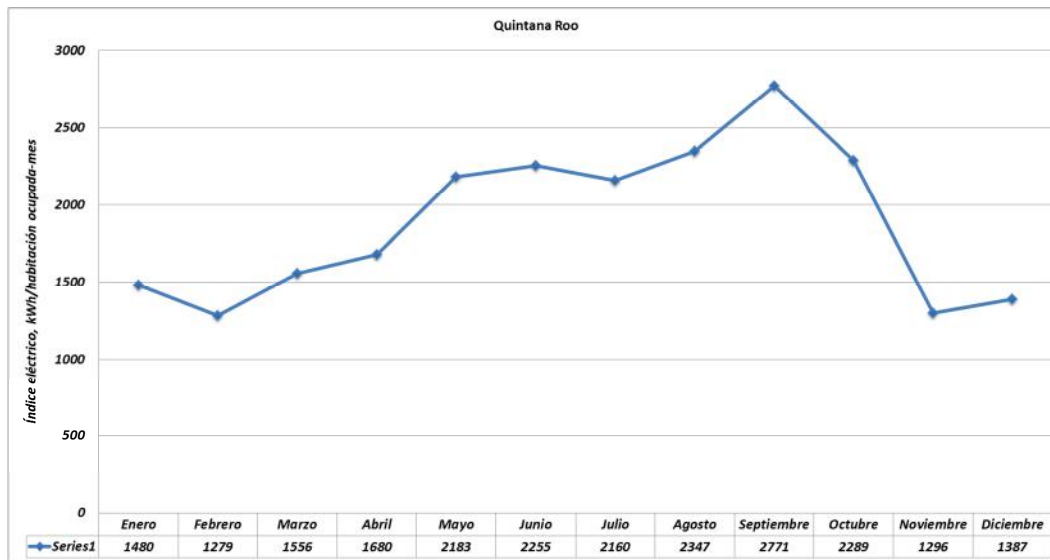


Figura 56: Índice energético eléctrico para la región templada sub – húmeda (Guanajuato)



En la región cálida sub – húmeda se tiene una variación más importante debido al espectro de la calidad de los hoteles. En esta región se analizaron hoteles de 3 , 4 y 5 estrellas de acuerdo con la distribución señalada en la tabla 10. En la figura 57 se aprecia esta distribución, con un índice medio de 3261 kWh/habitación – mes. La dispersión es mayor. En esta gráfica se eliminó un punto (el de enero que tenía un valor de 12819 kWh/habitación – mes) por ser demasiado elevado y salía completamente de la gráfica, sin embargo si se tomó en cuenta en la determinación del índice medio. Su dispersión alcanza un valor del 55% que tiene que ver con el tipo de hoteles analizados.

Figura 57: Índice energético eléctrico para la región cálida sub – húmeda (Riviera Maya)



El estado de Sonora se ha caracterizado por ser muy activo en los negocios, y aunque no es muy turístico tiene sus lugares idóneos para vacacionar como lo es Puerto Peñasco, sitio en donde también se hicieron algunas encuestas. En esta región cálida muy seca se encontró un índice eléctrico medio de 1323 kWh/habitación –mes con una dispersión del orden del 18%. Se puede observar la gran dispersión que tiene sobre todo en los meses de marzo, mayo, septiembre y diciembre.

Figura 58: Índice energético eléctrico para la región cálida muy seca (Sonora)



Tabla 13: Indicadores de consumo de energía térmica, kWh/habitación ocupada – mes

Región Climática	Categoría de Hotel, estrellas					Promedio
	1	2	3	4	5	
Cálida Húmeda	800	813	670	1114		849
Cálida Seca		351	426	465		414
Templada sub húmeda I	531	459	447	599		509
Templada sub húmeda II		411	392	209		337
Cálida sub húmeda			1103	669	818	863
Cálida muy seca	1719	589	821	396		881
Promedio general	1016	525	643	575	818	715

6 Potenciales de Ahorro de Energía

Las tecnologías identificadas para el ahorro de energía en el sector hotelero son:

- Motores de alta eficiencia (MAE)
- Motores sobredimensionados (MSD)
- Calentamiento solar de agua (CSA).
- Generación de vapor eficientes.
- Calentadores de agua eficientes.
- Compresores de aire acondicionado
- sistemas de aire acondicionado: cambio de sistemas de aire acondicionado.
- Iluminación.
- Cogeneración.

6.1 Descripción de las principales tecnologías

De las tecnologías arriba enunciadas, aquí se pretende hacer una descripción breve y se deduce el ahorro de energía porcentual que podría en promedio obtenerse. Debido a la amplia gama de tecnologías y problemáticas de cada hotel, muchas veces desconocida, se proponen tamaños medios, pero se mencionarán los valores de cálculo para el ahorro de energía. La información sobre la diferencia en eficiencia de los equipos y el mercado potencial fue proporcionada por los proveedores.

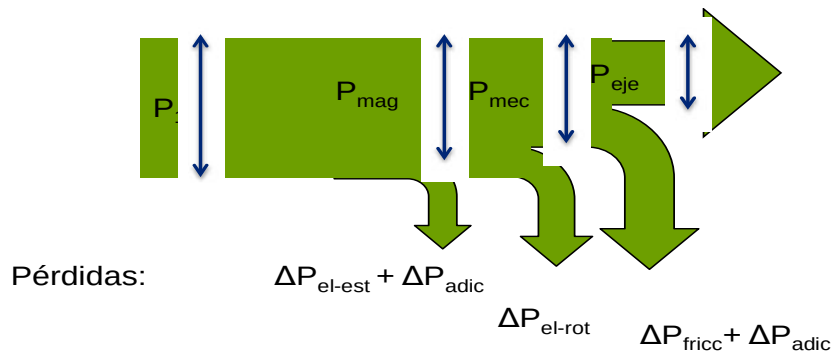
6.1.1 Motores eléctricos de alta eficiencia

La potencia mecánica de los motores eléctricos obtenida en el árbol del eje del rotor, se obtiene luego de vencer su inercia y otras pérdidas adicionales, obteniéndose una potencia P_2 :

$$P_2 = P_{\text{mec}} - \Delta P_{\text{fric}} - \Delta P_{\text{adic}}$$

En el diagrama de Sankey de la figura 66 se puede observar el flujo de energía del motor.

Figura 59: Diagrama de Sankey de un motor eléctrico



Los motores eléctricos de alta eficiencia se caracterizan por reducir a su mínima expresión las pérdidas en las diferentes partes del motor. El cambio de un motor estándar por uno de alta eficiencia conlleva un ahorro porcentual que depende del tamaño del motor. Para fines de estimación de los ahorros de energía, se propone un tamaño medio de motor de 2.5 HP, que será cambiado por otro del mismo tamaño pero de alta eficiencia. El ahorro medio de energía eléctrica esperado es del 7%.

6.1.2 Reemplazo de motores eléctricos sobredimensionados por motores más pequeños de alta eficiencia

En algunos sistemas se colocan motores más grandes que lo que requiere la aplicación. Esto es debido a muchos factores: precios de motores en oferta, desconocimiento, sobredimensionamiento por "seguridad", ignorancia de los efectos nocivos en el consumo de energía, etc. El ahorro de energía proviene del tanto del cambio en el tamaño del motor, como en el incremento en la eficiencia del mismo. Debido a la gama de tamaños de motores que se operan en los hoteles, se ha seleccionado como media un motor de 3 HP de eficiencia estándar que se cambiará por un motor de 2.5 HP con una eficiencia superior de 3 puntos porcentuales. De aquí se deduce un ahorro compuesto del 20%.

6.1.3 Calentamiento de agua solar

La sustitución de combustibles es una práctica muy rentable si esta se hace con energía solar. La tecnología de los calentadores solares es ampliamente conocida y muy confiable. Los precios actuales son muy accesibles y tienen un amplio potencial de aplicación. Estos tienen varias tecnologías: de placa plana, de placa plana con concentración, tubos evacuados, de tubos evacuados con tubos de calor (heat pipes). En estos sistemas el cálculo de ahorro de energía es relativamente sencillo: toda la energía que se sustituye se ahorra. Para fines de cálculo general, se toma como constante la irradiación solar con un valor de 5kWh/m²-día. La eficiencia de los colectores se ha una media de 65% y el costo se ha establecido en 350 USD/m². Adicionalmente al ahorro en combustibles, se obtiene una reducción interesante de gases de efecto invernadero.

6.1.4 Generadores de vapor eficientes

Las calderas convencionales son en esencia eficientes si se operan y mantienen en condiciones óptimas. No obstante, el desarrollo tecnológico ha permitido lanzar al mercado generadores de vapor de alta eficiencia (figura 54), los cuales logran en promedio una eficiencia del 85% contra el 70% de eficiencia con la que trabajan normalmente los generadores de vapor comerciales de tubos de humo. El ahorro de energía proviene justamente de esa diferencia y su inversión, que es muy rentable y con factores de carga altos se logran tasas de retorno elevadas. De acuerdo con los proveedores tienen un costo aproximado de 1500 USD/caballo caldera. Las tasas de retorno están entre 20% y 30%.

Figura 60: Caldera de alta eficiencia compacta



6.1.5 Calentamiento de agua con calentadores comerciales

Los calentadores comerciales de alta eficiencia son un poco más caros que los convencionales, Esta tecnología se sabe que el incremento en la eficiencia no es mucha y los ahorros de energía también son pequeños. Por lo mismo, los tiempos de retorno de la inversión son elevados. Estos equipos normalmente tienen períodos de repago del orden de 5 – 7 años.

6.1.6 Compresores de aire acondicionado.

Los compresores de aire acondicionado son el alma de los sistemas de acondicionamiento ambiental. La gran mayoría de ellos son de tipo reciprocantes, esto es son máquinas alternativas que trabajan con eficiencias relativamente bajas y, aunque son muy resistentes y fabricados para el trabajo rudo y continuo, su consumo de energía es elevado. Las tecnologías basadas en compresores rotatorios son de mayor eficiencia y hoy en día se encuentran tan resistentes y de alta duración como los reciprocantes. Las eficiencias pueden estar por arriba de los primeros por 5-10 puntos porcentuales, lo que los hace una tecnología que hay que considerar en toda industria hotelera. De ahí que su potencial de ahorro de energía sea del orden del 5%.

6.1.7 Sistemas de aire acondicionado.

Los sistema de aire acondicionado basados en enfriadores de agua pueden ser muy eficientes si se operan de forma adecuada. Es relevante mencionar que los fabricantes también están preocupados por mejorar la eficiencia de sus equipos para lograr la reducción de consumos energéticos que requieren los tiempos actuales, y por ello, la principal tendencia es optimizar la eficiencia de éstos mejorando el compresor y su desempeño, incrementando áreas de transferencia de calor en el condensador, el flujo de aire o de agua para la condensación, etc.

También existe la tendencia al control de capacidad del equipo para lograr un confort para cada zona, lo que se llama operación individual, donde el equipo resultante de esta tendencia son los llamados sistemas de flujo o volumen de refrigerante variable. Normalmente un sistema de aire acondicionado es seleccionado en las peores condiciones, por lo que su operación será a carga parcial la mayor parte del tiempo y es aquí donde el control de capacidad del sistema adquiere una mayor importancia. Este valor es considerado a cierta temperatura exterior fija a cada porcentaje de carga y se le da un factor de peso. Esto obviamente no puede representar el desempeño particular de cada sistema en diferentes condiciones de operación.

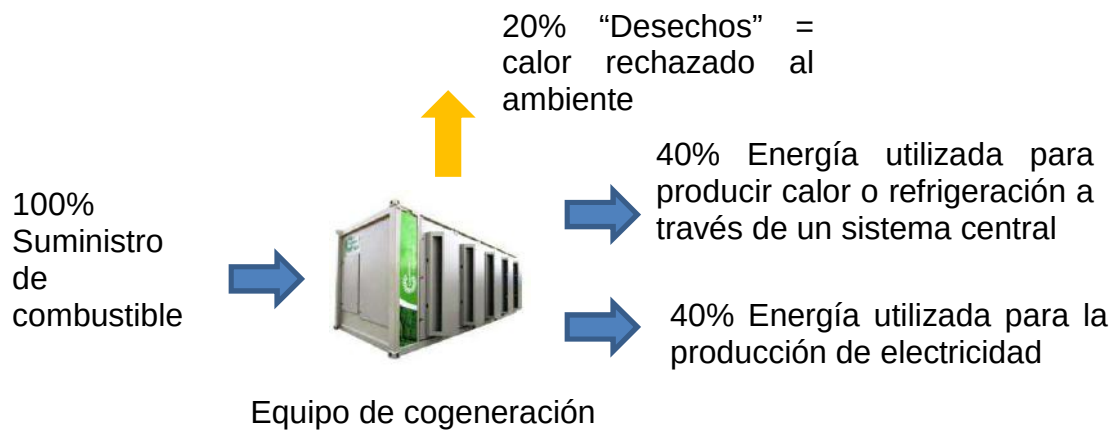
En un sistema de refrigerante variable el control de capacidad está en función directa de la velocidad del compresor, esto representa un control de capacidad lineal y no escalonado como los sistemas convencionales. Por lo tanto, el consumo de energía de la unidad condensadora (el mayor consumidor del sistema) es directamente proporcional a la demanda de capacidad de los evaporadores. Para lograr una aproximación respecto al consumo de energía que pueda tener un sistema de aire acondicionado, es necesario realizar una simulación de la operación del equipo tomando en cuenta las condiciones del lugar del proyecto, el perfil de carga del hotel y su uso.

Sin duda cada sistema tiene una aplicación específica donde su desempeño es el mejor por eso es importante analizar cuál es la aplicación y cuál es el resultado que esperamos obtener del sistema elegido. Es responsabilidad del proyectista analizar los consumos de energía de acuerdo a la aplicación particular de cada sistema y no sólo considerar un número de eficiencia para poder presentar al usuario final un número aproximado de los que serán los consumos de los equipos durante su operación, y así este pueda tomar una decisión con toda la información pertinente. En México se necesita crear conciencia sobre el uso racional de la energía en aire acondicionado. El ahorro de energía que se obtenga depende de la tecnología actualmente instalada en cada Hotel. Como se pudo observar a lo largo de este informe, prácticamente todos los hoteles contaban con aire acondicionado, por ello representa una gran área de oportunidad.

6.1.8 Cogeneración

Los sistemas de cogeneración son los que permiten generar la energía eléctrica y las necesidades térmicas de forma simultánea empleando un combustible como el gas natural o el biogás. Los ahorros en costos representan del orden del 30% de la factura total de energéticos, de acuerdo con los cálculos hechos en muchos sistemas de cogeneración. En este caso, las inversiones son mucho más elevadas y los periodos de recuperación también se incrementan. En México, el gas natural adquiere el precio internacional en mercado abierto, pero el precio de la energía eléctrica es regulado por el estado. No obstante el costo de la electricidad se incrementa a una tasa superior que la del gas natural. Mejor aún, el costo de los otros combustibles derivados del petróleo se incrementan casi a la par con la energía eléctrica (o viceversa), pues la gran mayor parte de la electricidad generada en México proviene de los hidrocarburos. La figura 61 presenta el esquema de cogeneración y sus eficiencias térmica y eléctrica a la que se puede llegar de una forma convencional.

Figura 61: Sistema de cogeneración: solo 20 % de desechos de calor



6.2 Estimación del ahorro de energía

En México existen al 2011, 3,064 hoteles de tres estrellas equivalentes al 17.72% del total y 2357 hoteles de dos estrellas que equivalen al 13.63%. Ambos representan el 31.35%. El total de hoteles de estas categorías es de 5421. Con esta cifra se ha determinado el potencial total de ahorro de energía en los hoteles por tecnología de acuerdo a las descritas arriba.

En la tabla 13 se muestran los criterios aplicados para el cálculo del ahorro de energía. En la fila 1 se ha puesto el costo unitario de la tecnología evaluado a un costo medio por dimensión de la capacidad de la misma. La fila 2 muestra la vida útil de la tecnología en función del número de horas de operación que se señala más abajo. La fila tres se ha recopilado o estimado el costo anual por mantenimiento a partir de las recomendaciones de los proveedores. La fila 4 establece el costo de operación anual adicional a los costos que actualmente devengue el hotel. La fila 5 presenta el intervalo de ahorro de energía que se puede obtener con el remplazo o utilización de la tecnología. Para fines de cálculo se seleccionó un valor intermedio. La fila 6 señala el periodo clásico de recuperación de la inversión de la tecnología, que es una función de los costos actuales y del tiempo de operación de ésta. Las filas 7 y 8 señalan muy brevemente los riesgos de la tecnología y los mecanismos propuestos para mitigarlos.

A partir de los datos de la tabla 13 se han hecho los cálculos de los posibles ahorros que se pueden obtener con esas acciones. Se puede apreciar que para el universo de aplicación en los hoteles de 2 y 3 estrellas del país, el ahorro económico que se puede obtener es de **\$194,287,662 MN** y para obtenerlo habrá que hacer una inversión total de **\$974,396,487 MN**. El período promedio de recuperación simple de la inversión es de 5 años.

Tabla 14: Indicadores económicos bajo los cuales se realizaron las determinaciones de ahorro de energía

	Motores eficientes (MAE)	Motores MSD	Calentamiento CSA, M2	Generadores de vapor eficientes	Calentadores de agua eficientes
	USD/HP	USD/HP	USD/m2	USD/CC	USD/MJ/h
Costo inversión \$USD/unit.	110	110	350	1500	25
Depreciación (vida útil)	10 años	15 años	20 años	20 años	20 años
Costos mtto anual	5% de costos de la energía	10 USD/ton/año	4,7 USD/m2/año	5% costos combustible	0.3% costos de energía eléctrica
Costos operación anual	Despreciables	Energía eléctrica	Bombas + sistema de respaldo	Combustible	Despreciables
Ahorro de energía %	2 - 15	25 - 40	sustitución de combustibles	3 - 15	3 - 15
Periodo de recuperación, años ²	2 - 7	1 - 5	1 - 5	3 - 5	0.5 - 3
Riesgo tecnológico	Rendimiento esperado	Operación adecuada de la instalación	Rendimientos esperados	Rendimiento esperado	Rendimiento esperado,
Mitigadores de riesgo	Compra de garantía de ahorro	Capacitación a operadores	Uso de equipos certificados	Venta de equipos con eficiencia certificada	Equipos con certificación de calidad

Continuación

	Compresores de aire acondicionado	Sistemas de aire acondicionado	Iluminación	Cogeneración
	USD/TR	USD/TR	USD/Lamp	USD/kW
Costo inversión \$USD/unit.	120	400	2.5	1500
Depreciación (vida útil)	20 años	20	7	20 años
Costos mtto anual	0.7 USD/HP - año	8 \$USD/TR-año	2.5% de la inversión inicial	\$125/KW generado
Costos operación anual	Energía eléctrica	Despreciables	Despreciables	Combustible (gas) + 1 operario
Ahorro de energía %	5 - 20	2 - 15	5 - 20%	25 - 40
Periodo de recuperación, años ²	1 - 3.5	0.5 - 4	2 - 5	2 - 7
Riesgo tecnológico	Rendimiento esperado	Adecuada operación	Rendimiento esperado	Puesto en marcha, rendimientos esperados
Mitigadores de riesgo	Equipo con certificación	Capacitación del personal	Equipo certificado	Integradores con experiencia y equipos con garantía certificada

Tabla 15: Ahorro económico, inversión necesaria y período de recuperación para los proyectos propuestos

	Motores eficientes (MAE)	Motores MSD	Calentamiento CSA, M2	Generadores de vapor eficientes	Calentadores de agua eficientes
Base de calculo: % de ahorro	7.0%	25.0%	100.0%	7.0%	12.0%
Porcentaje de potencial de aplicación en los hoteles	75.0%	25.0%	50.0%	50.0%	20.0%
Monto total de ahorro \$USD/año	1,041,106	309,853	35,095,977	2,230,501	851,413
Inversión \$USD	4,472,325	372,694	94,867,500	6,509,357	7,120,755
Periodo medio de recuperación, años	4.30	1.20	2.70	2.92	8.36

Continuación

	Compresores de aire acondicionado	Sistemas de aire acondicionado	Iluminación	Cogeneración	Total
Base de calculo: % de ahorro	7.0%	15.0%	10.0%	30.0%	
Porcentaje de potencial de aplicación en los hoteles	33.0%	33.0%	70.0%	10.0%	
Monto total de ahorro \$USD/año	3,435,650	7,362,107	279,229	143,681,826	194,287,662
Inversión \$USD	10,733,580	35,778,600	948,675	813,593,002	974,396,487
Periodo medio de recuperación, años	3.12	4.86	3.40	5.66	5.02

Estos ahorros no son el potencial determinado en el sexto capítulo pues se evaluó tecnología por tecnología. Los ahorros potenciales se establecen a partir de las propuestas de los indicadores de consumo. Así en la tabla 15 se presentan los indicadores que surgieron como propuesta a partir del análisis de los consumos en los hoteles. Estos indicadores son para usuarios de excelencia. Esta propuesta se basa en los pocos estudios que se han realizado y llevando a la práctica de forma integral en algunos hoteles. Las posibilidades de lograrlo no están garantizadas pues depende de muchas variables e imponderables. Si es un reto el lograrlo, pero no es un reto imposible. En la tabla 16 se recopilamos, a manera de resumen, el porcentaje de ahorro de energía que se deriva de los consumos reales y el indicador propuesto. No hay una referencia a esos indicadores y surgen de la visión completa de las estadísticas que

aquí se presentaron: “si una vez lo lograron, siempre se puede lograr”. Esto quiere decir que en algún momento algunos hoteles de la categoría y de la región obtuvieron esos valores. El valor para Campeche se obtuvo de un valor medio obtenido por uno de los hoteles de 3 estrellas.

Tabla 16: Relación de indicadores propuestos para cada región

Región	Energía eléctrica kWh/habitación - mes	Energía térmica GJ/habitación - mes	Consumo de agua M³/habitación -mes
Cálida Húmeda Campeche	900	0.8	0.7
Cálido seco Chihuahua	450	0.85	0.5
Templada sub húmeda DF	150	0.6	0.5
Guanajuato	150	0.5	0.5
Cálido sub húmedo Riviera Maya	750	1.5	1
Cálido muy seco Sonora	450	1	0.9

Tabla 17: Potenciales de ahorro de energía térmica, eléctrica y agua.

Región	Energía eléctrica %	Energía térmica %	Agua %
Cálida Húmeda Campeche	60	75	55
Cálido seco Chihuahua	50	30	65
Templada sub húmeda DF	75	55	55
Guanajuato	65	60	55
Cálido sub húmedo Riviera Maya	60	75	75
Cálido muy seco Sonora	55	65	75

7 Conclusiones y comentarios finales

Este estudio fue orientado al sector hotelero, como sector piloto para la implementación de una NAMA. Para su elaboración se seleccionó una muestra de 323 hoteles de 5 regiones climáticas y 6 zonas del país. Las regiones climáticas seleccionadas fueron: Cálido Húmedo; Cálido sub – húmedo, cálido seco, cálido muy seco y templado sub húmedo. Para todas estas regiones se seleccionaron 5 estados del país y el DF. Se preparó el documento para el levantamiento de la información a través de encuestas a los hoteles. El objetivo es conocer el consumo de energía en función de su factor de ocupación, la superficie del hotel y alguna otra variable que pudiera ser de interés. Se solicitó información sobre el equipamiento más importante en los hoteles, su capacidad y horas de operación como lo es los motores, iluminación, aire acondicionado, etc.

Del estudio se obtuvo suficiente información para detectar la tecnología mayormente empleada y sus consumos de energía. Se realizaron las evaluaciones para obtener los indicadores energéticos y con ello poder estimar los potenciales de ahorro de energía. Respecto a los indicadores energéticos, en la tabla 17 se presentan estos indicadores como una guía para la obtención posterior de aquellos a los cuales hay que querer llegar con los proyectos de eficiencia energética.

Tabla 18: Índices eléctricos obtenidos para las regiones climáticas y categoría de los hoteles

Región Climática	Categoría de Hotel, estrellas					Promedio
	1	2	3	4	5	
Cálida Húmeda	3370	2668	2062	2679		2695
Cálida Seca		915	1142	2148		1402
Templada sub húmeda I	2085	789	789	784		1112
Templada sub húmeda II		503	510	228		414
Cálida sub húmeda			1784	1974	1913	1890
Cálida muy seca	657	1141	1073	990		965
Promedio general	2037	1203	1227	1467	1913	1569

Estos indicadores son de apoyo para conocer el límite superior. Ahora se planeó la pregunta de cual sería el límite inferior y los límites intermedios. Esto solo es posible estimarlo a través del desempeño de la tecnología que se puede instalar en esas instalaciones. La tecnología propuesta está en sintonía con la que se evaluó en este estudio y que fueron: iluminación, motores, aire acondicionado, generadores de vapor y calentadores de agua eficientes, sustitución de combustibles por calentadores solares de agua. Como una tecnología alterna, también se propuso la instalación de sistemas de cogeneración.

Los potenciales de ahorro de energía se estimaron con los potenciales de ahorro de la tecnología en función de la diferencia en la eficiencia energética de cada tecnología con respecto a la tecnología actual. En la tabla 18 se presentan los potenciales de ahorro para las tecnologías seleccionadas y los montos de inversión y el periodo de recuperación de la inversión.

Tabla 19: Ahorro económico, inversión necesaria y período de recuperación para los proyectos propuestos

	Motores eficientes (MAE)	Motores MSD	Calentamiento CSA, M2	Generadores de vapor eficientes	Calentadores de agua eficientes
Base de calculo: % de ahorro	7.0%	25.0%	100.0%	7.0%	12.0%
Porcentaje de potencial de aplicación en los hoteles	75.0%	25.0%	50.0%	50.0%	20.0%
Monto total de ahorro \$USD/año	1,041,106	309,853	35,095,977	2,230,501	851,413
Inversión \$USD	4,472,325	372,694	94,867,500	6,509,357	7,120,755
Periodo medio de recuperación, años	4.30	1.20	2.70	2.92	8.36

	Compresores de aire acondicionado	Sistemas de aire acondicionado	Iluminación	Cogeneración	Total
Base de calculo: % de ahorro	7.0%	15.0%	10.0%	30.0%	
Porcentaje de potencial de aplicación en los hoteles	33.0%	33.0%	70.0%	10.0%	
Monto total de ahorro \$USD/año	3,435,650	7,362,107	279,229	143,681,826	194,287,662
Inversión \$USD	10,733,580	35,778,600	948,675	813,593,002	974,396,487
Periodo medio de recuperación, años	3.12	4.86	3.40	5.66	5.02

 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH SENER		ENCUESTA BENCHMARKING SECTOR HOTELERO										FORMATO BM1													
												Fecha:													
												Clave hotel:													
												Clave encuestador:													
1. DATOS GENERALES																									
Nombre del hotel:										e-mail:															
Nombre del gerente:										e-mail:															
Encargado de Mantenimie										Miembro de la asociación:															
Clasificación del hotel:										Año de operación:															
Año de construcción:										Año de remodelación:															
Horas de operación (h/día										No. de habitaciones:															
Calle y No.:										Delegación/Municipio:															
Ciudad:										Código Postal:															
Estado:										Colonia/Localidad:															
Empleados turno principa										Promedio de ocupación anual (%):															
Servicio de cocina:										Servicio de lavandería en el sitio:															
Servicio de Spas:										Servicio de gimnasio:															
Servicio de Alberca										Servicio centro de negocios:															
2. CONSTRUCCIÓN																									
Área total construida (m2)								Superficie del terreno (m2)																	
3. ELECTRICIDAD																									
Tarifa:				Periodo facturación (mes/año a mes/año):																					
Región:				Consumo anual de energía (kWh/año)																					
4. CONSUMO DE ENERGÍA Y AGUA FACTURADO										Periodo facturado (mes/año):		oct-11		sep-12											
Concepto		Encro		Febrcro		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
Electricidad (kWh)																									
Combustible (Gigajoules)																									
Agua (m3)																									
5. OCUPACIÓN (%)										Periodo de ocupación (mes/año a mes/año):															
Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre			
6. COMBUSTIBLES Y AGUA (Elegir unidad según corresponda)																									
Combustible				Consumo anual de energía (kWh/año)								Facturación anual													
				[litros]		[kg]		[m3]		[Gigajoule]															
Gas LP																									
Gas natural																									
Diesel																									
Otro combustible (especificar):																									
Agua																									

Anexo 1

TR: Toneladas de Refrigeración
 ---- No aplica
Encuesta en Hoteles GIZ

“Diseño de un benchmarking energético”
“Sector hotelero PyME y acompañamiento en su implementación en destinos turísticos mexicanos”
Anexo 1

Estado de la República Mexicana	No. Hoteles Encuestados	No. de Habitaciones:	Promedio de Ocupación Anual (%):													Total Área Construida (m2)
				Servicio de Cocina		Servicio de Lavandería		Servicio de Spa		Servicio de Gimnasio		Servicio de Alberca		Servicio de Centro de Negocios		
				Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Ciudad de México	0	0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0	
Campeche	33	1284	55%	15%	85%	30%	70%	0%	100%	0%	100%	0%	100%	12%	88%	52845
Chihuahua	34	2101	44%	41%	59%	44%	56%	3%	97%	6%	94%	21%	79%	18%	82%	125650
Gto	95	4192	66%	20%	80%	19%	81%	0%	100%	3%	97%	3%	97%	5%	95%	193158
Sonora	33	1888	57%	48%	52%	45%	55%	0%	100%	15%	85%	27%	73%	21%	79%	99920
Riviera Maya	18	2092	58%	100%	0%	44%	56%	67%	33%	44%	56%	100%	0%	28%	72%	251090
Total General	213	11557	47%	37%	46%	31%	53%	12%	72%	11%	72%	25%	58%	14%	69%	722663

Estado de la República Mexicana	Tarifas eléctricas			Consumos de Energéticos y Agua			% ocup anual prom	Facturaciones				Valores Relevantes del Estudio					
	2	3	OM	HM	Consumo total anual de energía (kWh/año)	Consumo total anual combustibles (G)		Consumo total anual agua (m3)	GLP facturación (\$/año)	GN facturación (\$/año)	Diésel facturación (\$/año)	Agua facturación (\$/año)	kWh/habitador - mes Eléctrica Promedio, todas las Categorías	kWh/habitador - mes Térmico Promedio, todas las Categorías			
Ciudad de México	0	0	0	0	34	0	0	0%	\$	-	0	0	\$	-	1089	520	
Campeche	6	0	23	4	2036360	22386	11588	55%	\$	3,888,711.20	0	0	\$	62,575.20	2999	951	
Chihuahua	7	0	21	6	1230706	16403	16784	44%	\$	2,865,065.97	0	0	\$	907,950.37	1180	430	
Gto	7	4	72	12	1566047	44473	35871	66%	\$	7,767,846.94	0	0	\$	1,910,284.24	583	451	
Sonora	0	0	10	23	13027627	26559	176207	57%	\$	5,174,557.00	\$	1,820,335.00	0	\$	3,373,012.92	1198	747
Riviera Maya	8	0	3	7	2304154	42666	664816	58%	\$	7,883,188.56	0	0	\$	34,387,947.54	2037	3861	
Total General	28	4	129	52	90297259	153937	965266	47%	\$	27,659,319.66	\$	1,820,335.00	0	\$	40,645,770.28	9146	6960

Estado de la República Mexicana	Capacidades Eléctricas Totales Instaladas										Capacidades Térmicas Totales Instaladas		Energías Renovables				
	Iluminación interior [kW]	Iluminación exterior [kW]	AA [kW]	AA [TR]	Fuente (motor B) [kW]	Fuente (motor E) [HP]	Lavandería [kW]	Lavandería [HP]	Piscina [HP]	Cocina [kW]	Otros [kW]	Cálculo en Cap. Total Instalada (TR)/[t]	Cálculo de consumo Cap. Total instalada (TR)/[t]	Sistemas Solares Térmicos	Capacidad instalada m3	Sistemas Solares Fotovoltaicos	Capacidad instalada kW
Ciudad de México	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campeche	80	16	2255	2417	288	349	57	13	0	5	0	933868	2063991	0	0	0	0
Chihuahua	280	61	2735	2930	213	285	98	95	0	27	0	3045863	366307	0	0	0	0
Gto	747	159	3985	3105	888	1087	178	197	0	4	0	1703041	2599829	0	0	0	0
Sonora	241	66	3399	3679	339	113	170	15	0	28	41	12177215	2489534	0	0	0	0
Riviera Maya	442	72	3838	2640	367	522	33	40	0	2	0	19583879	2883278	0	0	0	0
Total General	3800	374	14832	14850	2105	2155	551	319	0	66	41	68586877	7718139	0	0	0	0

“Diseño de un benchmarking energético”

“Sector hotelero PyME y acompañamiento en su implementación en destinos turísticos mexicanos”

Anexo 1

Bibliografía

- LAERFTE (Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética), 2008. Disponible en: tinyurl.com/laerfte.
- Boletín Oficial del Estado (BOE) Núm. 89, Sábado 13 de abril de 2013, Sec. I. Pág. 27548
- Good Practice Guide to Energy Conservation for Hotels in Hong Kong. The Hong Kong Polytechnic University. Department of Building Services Engineering, Industry Department. The Government of Hong Kong Special Administration Region. 2001.
- Estrategia Regional en Eficiencia Energética, Caso de estudio: Hotel San Bosco, La Fortuna, Costa Rica. Bun-ca, 2007. www.bun-ca.org
- Guía Práctica de Buenas Prácticas. Gestión de cuestiones ambientales en el sector de alojamiento. The center for Environmental Leadership. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
- Desarrollo sostenible del turismo: Una compilación de buenas prácticas. 2000. Organización Mundial del Turismo. Disponible en: <http://www.world-tourism.org>
- La importancia del consumo de energía en inmuebles no residenciales en México y su evidente subestimación en las estadísticas nacionales. Odón de Buen R. Transición Energética, 12 de febrero del 2008
- Información de las bases de datos estadísticas del sector turismo. SECTUR: datatur.sectur.gob.mx. 2012
- Base de datos INEGI (2012)

**Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn/ Alemania
Telefon: +49 228 44 60-0
Fax: +49 228 4460-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/ Alemania
Telefon: +49 6196 79-0
Fax: +49 6196 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. Del Valle
C.P. 03100, México D.F.
T +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico

