

Resumen

El presente trabajo comprende el análisis técnico y económico de los componentes de mayor relevancia para el consumo de energía de hoteles de tipo 4 y 5 estrellas en México. Además, aporta los elementos necesarios para ser considerado dentro del apartado de energía, en el proyecto de Norma Voluntaria de Hoteles Sustentables que promueve la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) PROY-NMX-AA-XXX-SCFI-2013: “Requisitos y especificaciones de desempeño ambiental de hoteles”. El estudio se sustenta, además de la investigación documental, en el análisis del consumo eléctrico y térmico de 105 hoteles de 4 y 5 estrellas. Con esta información se logró establecer un índice de consumo máximo permitido de energía eléctrica y térmica para cada una de las cuatro regiones climáticas en las que se dividió el país (el índice se expresa en kWh/m²*año). Una parte importante de la investigación consistió en la evaluación del desempeño energético de las tecnologías disponibles en el mercado para la satisfacción de los servicios más relevantes en los hoteles: acondicionamiento de aire, calentamiento de agua, iluminación y envolvente arquitectónica. Se compararon los rendimientos entre tecnologías y los límites de eficiencias establecidos tanto por normas nacionales como por referencias internacionales. Además, se estudiaron las tecnologías renovables y de uso residual de energía aplicables a los hoteles. Para conocer la viabilidad de las propuestas, se elaboró un estudio de costo-beneficio del cambio de equipos convencionales hacia tecnologías de alta eficiencia, y se valoró la reducción de emisiones que se lograría implementando medidas de ahorro de energía en los hoteles, en un escenario prospectivo hacia los años 2030 y 2050. El resultado hizo evidente que la adopción de tecnologías más eficientes consigue importantes ahorros económicos por facturación, aunado a que reduce la emisión de gases efecto invernadero.

1 INTRODUCCIÓN

La industria del turismo es la tercera fuente de ingreso de divisas en México: aporta cerca del 9% del Producto Interno Bruto (PIB) y genera más de siete millones y medio de empleos directos e indirectos, lo que equivale a más de un sexto de la población que trabaja. En 2012, la oferta total de hospedaje fue de 660 546 cuartos, de los cuales el 46.8% correspondió a las principales categorías (4 y 5 estrellas). Se estima que exista una oferta de 25 000 establecimientos dedicados al hospedaje para el año 2025, además de la edificación de 200 000 nuevos cuartos, con un crecimiento del orden de 15 000 cuartos por año.

La Organización Mundial de Turismo define al turismo sustentable como aquel “que tiene plenamente en cuenta las repercusiones actuales y futuras, económicas, sociales y medioambientales para satisfacer las necesidades de los visitantes, de la industria, del entorno y de las comunidades anfitrionas”.

El análisis realizado demostró que la práctica de la sustentabilidad se ha vuelto común en el ramo de la hotelería. Actualmente, los hoteles incluyen cada vez más medidas para el cuidado del medio ambiente, motivados, entre otros, por los importantes ahorros en su facturación eléctrica. Un ejemplo se encuentra en las luminarias de bajo consumo, que de manera inercial se han implementado en hoteles y otras edificaciones.

Otras acciones y tecnologías no han logrado un des-punte considerable; por lo tanto, es necesario darlas a conocer y demostrar los beneficios económicos que generan. Adicionalmente, deben crearse mecanismos de calificación que incentiven y corroboren la hotelería sustentable.

2 OBJETIVOS

Este estudio tiene como propósito inducir al sector de las edificaciones hacia un desarrollo sustentable de

bajo carbono en México en el periodo 2013-2025, con estrategias y proyectos dirigidos. Sus principales objetivos son los siguientes:

- Recomendar instrumentos normativos y económicos, así como políticas públicas que puedan transformar al sector hotelero en una economía de baja intensidad de carbono.
- Identificar propuestas específicas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el impacto ambiental de los edificios de hospedaje en todo el país.
- Desarrollar materiales y herramientas para difundir el conocimiento en torno al desarrollo sustentable y el cambio climático en el sector del turismo.

3 METODOLOGÍA

Se desarrollaron cuatro apartados principales en el trabajo, cada uno con un método adaptado a la naturaleza del área de interés:

1. Análisis del Índice de Consumo de Energía Eléctrica (ICEE) y del Índice de Consumo de Energía Térmica (ICET)

Se recopiló información de consumos eléctricos y térmicos de 105 hoteles de las cuatro zonas climáticas del país y, mediante un análisis estadístico, se determinaron los índices de consumo de energía o valores promedio para cada región. A partir de estos valores, se definieron los consumos máximos permitidos de energía para la norma de hoteles.

2. Tecnologías eficientes

Se caracterizó la eficiencia en el diseño de equipos de aire acondicionado, iluminación, calentamiento de agua y envolvente arquitectónica; se compararon diferentes tecnologías con los valores de las siguientes organizaciones: Norma Oficial Mexicana (NOM), Norma Mexicana (NMX), Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (Sello FIDE), Sociedad Americana de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado 90.1 (ASHRAE, por sus siglas en inglés) Energy Star. Como resultado, se determinaron los valores de mejor desempeño, los cuales serán incluidos en la norma de hoteles sustentables.

3. Estudio costo-beneficio

Se compararon los consumos de combustibles y/o electricidad entre sistemas eficientes y convencionales; los ahorros se tradujeron en ingresos que ayudaron a amortizar la inversión requerida para los cambios. Se fijaron, entre otros parámetros, la tasa de rentabilidad mínima aceptada (TREMA), la vida del proyecto y los precios de energéticos. Con los resultados obtenidos, se determinó la rentabilidad de las medidas.

4. Prospectiva de emisiones

Se realizó una extrapolación del incremento esperado en el número de cuartos a nivel nacional al año 2050; se analizó el consumo energético en un cuarto de hotel convencional y uno eficiente mediante dos procedimientos: el primero incorporando medidas de ahorro y el segundo disminuyendo el ICEE. A partir de los ahorros en los consumos, se estimaron los ahorros de emisiones de CO₂eq posibles en ambos escenarios, para los años 2030 y 2050, en todo el sector de 4 y 5 estrellas.

4 RESULTADOS

Análisis del consumo de energía eléctrica y térmica

El estudio realizado al consumo de energía (ICEE, ICET) de los 105 hoteles permitió ajustar los límites máximos permitidos propuestos en el año 2012 (Programa Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología III). Como resultado, se disminuyeron los valores de electricidad propuestos y, por primera vez, se establecieron límites al consumo de los combustibles (tabla 1).

Tabla 1: Valores de consumo máximo permitido considerados en el estudio (kWh/m²*año)

Clima	E. Eléctrica		E. Térmica
	2011-2012	2012-2013	
Templado	120	80	70
Cálido seco	170	140	100
Cálido subhúmedo	190	140	75
Cálido húmedo	200	150	75

Fuente: CMM, 2013

Tecnologías eficientes

Se encontró que las tecnologías más eficientes para la producción de aire acondicionado en la actualidad son los chillers eléctricos, que se usan en sistemas centrales y son aplicables en hoteles. Los menos eficientes son los acondicionadores de aire tipo cuarto. Un aditamento que mejora el rendimiento de un equipo existente es el variador de frecuencia, pues permite ahorros de energía mayores al 15 %.

Tabla 2: Coeficiente de rendimiento (COP) de tecnologías de aire acondicionado

Tipo	COP mínimo	COP máximo
Split	2.64	3.84
Chillers eléctricos	2.8	6.1
Cuarto	2.49	2.87
Split con variador de velocidad	4.52	6

Fuente: CMM, 2013

La tecnología actual más eficiente para iluminación es mediante LED (Light-Emitting Diode, por sus siglas en inglés), seguida de las lámparas fluorescentes compactas y la inclusión de sistemas de control de ocupación, timers y atenuadores. La propuesta del estudio supone una sustitución progresiva de lámparas convencionales por luminarios eficientes, así como instalarlos en los nuevos hoteles que se edifiquen. Ambas medidas ofrecen importantes ventajas económicas al desarrollador: en el primer caso, la recuperación de la inversión por sustitución de luminarios se estima en menos de un año. Uno de cada diez watts que consume un hotel es usado para iluminar; con la sustitución por lámparas eficientes, esta relación puede reducirse en un 75 %.

La potencia eléctrica máxima permitida por unidad métrica para alumbrar un espacio particular del edificio, conocida como Densidad de Potencia Eléctrica de Alumbrado (DPEA), medida en W/m², se regula por la NOM-007. Se encontró que sus parámetros han sido superados por mucho por las nuevas tecnologías de luminarios más eficientes y de nueva generación disponibles en el mercado. Para objeto de la Norma de Hoteles Sustentables, se propone modificarlos a partir de los valores del Standard 90.1-2010 de ASHRAE, de uso común en Estados Unidos y Canadá.

Para calentamiento de agua, las calderas son uno de los equipos que predominan en los hoteles de 4 y 5 estrellas. Las eficiencias establecidas en la NOM pueden ser mejoradas entre uno y dos por ciento al implementar medidas de ahorro, por lo cual es posible actualizar los valores vigentes. Además, se encontró que el combustible menos contaminante es el gas natural, aunque su uso depende de la disponibilidad de redes de distribución cercanas. De igual forma, el estudio para la Norma de Hoteles Sustentables recomienda el uso complementario de energía solar con el fin de producir, por lo menos el 30 % de agua caliente, lo que contribuirá de manera significativa en la reducción de las emisiones.

El resultado del estudio de la envolvente indica que un hotel puede reducir la ganancia térmica en un 26 % si cumple con lo dispuesto por la NOM-008-ENER-2001 y hasta en un 55 % o más si, además, cumple con los valores del coeficiente global de transferencia térmica en los elementos constructivos del hotel incluidos en la propuesta para la Norma de Hoteles Sustentables, basados en los parámetros que establece el código ASRHAE.

Estudio costo-beneficio

Se realizó una evaluación en hoteles nuevos y existentes. En los primeros, las medidas propuestas de eficiencia energética generaron un sobre costo inicial, al comprar un equipo de alta eficiencia en lugar de uno convencional. En la operación, la mayoría de los proyectos propuestos resultaron rentables, con importantes ahorros económicos en la facturación. En los hoteles existentes, la sustitución de los sistemas de iluminación resultaron ser los más viables. Una de las medidas mejor evaluadas en los hoteles existentes consistió en la incorporación de controladores electrónicos de carga y factor de potencia para los sistemas de aire acondicionado. La inversión en colectores solares para calentamiento de agua es recuperable si se tiene un combustible con un precio alto, como el caso del diesel y el gas LP: para el caso del diesel, el periodo de recuperación sería de 5.2 años y de casi 7 años con el gas LP. Si se tiene un combustible con precio bajo como el gas natural, el proyecto no resulta rentable.

Prospectiva de emisiones

Con base en los valores promedio de emisiones, así como las tendencias de crecimiento del sector

de los hoteles de 4 y 5 estrellas, fue posible estimar un ahorro cercano a 47 Mt CO₂eq para el año 2050, siempre y cuando se establezca una política progresiva de reducción de emisiones para lograr que todas las edificaciones de hospedaje de este subsector sean de 0 emisiones de gases efecto invernadero; las emisiones anuales de CO₂eq al 2013 (en hoteles de 4 y 5 estrellas), debido al consumo de electricidad, se estiman en 1.9 Mt CO₂eq. Las metas esperadas son las siguientes:

Tabla 3: Metas esperadas para lograr la reducción de emisiones en el sector hotelero

Año	Acción
2013	La línea base de emisiones se establece en el año 2013. De igual manera, se continúa con la aprobación de la norma voluntaria.
2015	Se espera, para este año, que la norma esté en posibilidad de entrar en vigor, que exista la infraestructura operativa y que puedan darse las primeras certificaciones de cumplimiento.
2018	Al finalizar el actual periodo presidencial, se espera que el 20% de los hoteles nuevos incorporen la norma y que el 5% de los existentes se apeguen a ella.
2025	Para este año se contempla que el 100% de los hoteles nuevos cumplan la norma y que el 50% de los existentes realicen medidas correctivas. Adicionalmente, será necesario que un 20% de los hoteles funcionen con 100% de energía limpia, es decir, con una huella de carbono igual a cero.
2040	Se espera que el 100% de los hoteles cumplan con la norma voluntaria y que el 50% del consumo energético en el sector sea de emisiones neutras.
2050	Se espera que el cumplimiento de la norma continúe y el sector hotelero esté completamente libre de emisiones.

Fuente: CMM, 2013

Lo anterior será posible si se implementan las medidas de eficiencia energética, se desarrollan y emplean nuevas tecnologías, y se usan fuentes renovables para satisfacer la demanda energética de los hoteles.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La eficiencia energética en las edificaciones surge con la planeación y diseño adecuados. Una envolvente eficiente permitirá ahorrar energía a lo largo de la vida útil del inmueble, disminuyendo la capacidad y el tiempo de uso de aire acondicionado, y aprovechando la iluminación natural. Para lograr que un hotel sea eficiente en el uso de la energía se deben considerar los siguientes factores: diseño del edificio tomando en cuenta las condiciones climáticas del sitio; dimensionamiento y elección adecuada de los equipos (aquellos de mayor eficiencia) e integración apropiada de los mismos, además de una correcta operación y mantenimiento (es decir, apegados a recomendaciones de fabricante). Este estudio muestra que los límites del ICEE que establece la NMX-AA-164-SCFI-2012: “Edificación sustentable” pueden reducirse. Los valores recomendados son: 80 kWh/m²*año para el cli-

ma cálido templado, 140 kWh/m²*año para el clima cálido seco, 140 kWh/m²*año para el clima cálido subhúmedo y de 150 kWh/m²*año durante el clima cálido húmedo. Se encontró que las tecnologías más recomendadas en hoteles son las siguientes: para aire acondicionado, chillers eléctricos, de preferencia con variadores de frecuencia; en iluminación, lámparas fluorescentes, LED y T5, de preferencia con sensores de presencia; para calentamiento de agua, calderas paquete de alta eficiencia o sistemas de cogeneración, además de incluir un porcentaje de calentadores solares; en general, uso de motores eléctricos de alta eficiencia con variadores de carga, y preferir la quema de gas natural en lugar de diesel o gas LP. Las tecnologías de alta eficiencia son rentables, sobre todo valorando los casos de hoteles nuevos. Si se implementa la PROY-NMX-AA-171-SCFI-2013: “Requisitos y especificaciones de desempeño ambiental en hoteles” de manera adecuada, es posible mitigar cerca de 47 MtCO₂ en los hoteles de 4 y 5 estrellas para el año 2050.