



**TESIS DE GRADO
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ECODISEÑO EN EDIFICIOS:

**"UNA ESTRATEGIA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA FRENTE
AL CAMBIO CLIMÁTICO"**

**AUTOR: MARGARITA BERISSO
DIRECTOR DE TESIS: ING. JULIO GARCÍA VELASCO**

2011

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la aplicación de técnicas de ecodiseño, especialmente aquellas enfocadas a la eficiencia energética, en las instalaciones de un edificio. El proyecto consiste en la evaluación del ahorro energético obtenido en un edificio que ha sido construido y opera bajo conceptos y tecnologías orientadas al desarrollo sostenible, estudiar el impacto económico y evaluar la aplicabilidad del mismo.

Para alcanzar este objetivo se realiza el análisis de un caso práctico. Este consiste en la evaluación de las instalaciones de un Hotel situado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en funcionamiento desde hace 50 años y su comparación con un Hotel hipotético similar que cumpla con las mismas funciones del primero pero que se asume construido utilizando las técnicas mencionadas y operando teniendo en cuenta conceptos de ahorro energético.

En el primer capítulo se realiza una introducción al cambio climático y la crisis energética, los dos problemas vinculados que motivan a la realización del proyecto. Luego se evalúa el concepto de desarrollo sostenible y se introduce al ecodiseño como técnica del mismo.

El ecodiseño se basa en el estudio del ciclo de vida completo de la instalación proyectada, para este trabajo edificios, para evidenciar opciones de diseño y nuevas soluciones operacionales. Los métodos del ecodiseño permiten reducir los costos de operación y mantenimiento de los edificios e instalaciones asociadas, y mejorar su performance operacional y ambiental.

El objetivo del proyecto es establecer un modelo de construcción y operación sostenible de las edificaciones basado en el uso racional y eficiente de la energía. Para poder determinar la solución que más se acerca a estos criterios de sostenibilidad y eficiencia energética en capítulos siguientes se comparan las diferentes tecnologías y productos disponibles en el mercado que pueden ser implantados en cada instalación.

Así, por ejemplo, se seleccionan elementos para el aislamiento térmico, se estudia la aplicación de luces de bajo consumo, se evalúan diferentes sistemas de calefacción y equipos de aire acondicionado que proporcionen la máxima eficiencia energética, entre otros.

Finalmente, una vez analizadas todas las alternativas, se selecciona la mejor solución aplicando el criterio de sostenibilidad, valorando el ahorro de energía y

la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, sin dejar de lado los costos del proyecto y su aplicabilidad económica.

Para evaluar esto último se realiza un análisis económico del proyecto y se realiza una proyección a un futuro de 10 años.

Por último se llega a la conclusión de que la implementación de un modelo de desarrollo sostenible para las edificaciones lleva aparejado un ahorro aproximado del 50% de la energía consumida, lo que representa un ahorro en las emisiones de gases de efecto invernadero de más de 250 Ton al año equivalente a 140 Kg/m³.

El estudio económico refleja que la diferencia de costos se recupera en los primeros años luego de la implementación en algunos casos. Sin embargo hay que tener en cuenta que la motivación económica no debe ser el principal pilar para el uso de este tipo de metodologías y si lo debe ser el impacto social a nivel mundial que representa una vivienda sostenible.

No hay que olvidar que en este caso se ha utilizado un Hotel como modelo de evaluación pero estas técnicas pueden ser utilizadas en cualquier tipo de edificio o vivienda, ya sea en su totalidad o parcialmente, lo que significaría un impacto global en la reducción de gases al ambiente y su consecuencia directa, el cambio climático.

Abstract

The main objective of this paper is the study of eco design techniques for buildings, especially those that are energetically efficient. The project consists in the evaluation of the energy savings of a building built with these techniques, the economical impact and its applicability.

To reach this objective a case is presented where a real Hotel, situated in Ciudad Autónoma de Buenos Aires and working for the past 50 years, is studied. Then this Hotel is compared with a hypothetical Hotel with similar characteristics but built with eco design techniques and operation among the energy saving concepts.

In the first chapter there is an introduction to climate changes and energetic crisis as motivations for the study. Then the sustainable develop concept is presented to introduce the eco design technique.

Eco design is based on the study of the life cycle of the object, in these case buildings. Its objective is to evaluate design options and operative solutions reducing operational and maintenance costs and improving their performance.

The main purpose is to establish a building model with a sustainable operation system based on the rational and efficient use of energy. In the following chapters different technologies and solutions are presented in order to reach the best result based on sustainability and energy efficiency.

Heat isolation systems, lighting changes, efficient air conditioning systems and others solutions are studied and selected to reach the highest energy efficiency possible. Once analyzed all possible choices, the selection is made regarding their sustainability, evaluating their added energy savings and the amount of global warming gases release. All of this is done without overlooking the costs and applicability of the solutions.

To evaluate this, an economic analysis of the project and a projection to a future 10 years is made further on in the paper.

Finally, it concludes that the implementation of a sustainable development model for building involves a saving of approximately 50% of energy consumed, which represents a saving in emissions of greenhouse gases over 250 Tons per year.

The economic study shows that the difference in cost is recovered in the first years after implementation in some cases. However, we must take into account

that economic motivation is not to be the mainstay for the use of such methodologies and that the social impact worldwide that is a sustainable housing should be.

In this case a hotel has been used as a model for evaluation, but these techniques can be used in any building or house, applied as a whole or separately. This would mean a global impact on greenhouse gas reduction to the environment and its direct consequence, global warming.

Agradecimientos

Quiero agradecer a mis papás, a mis amigas, a mi novio y a mi tutor que me aguantaron y ayudaron durante los 5 años que llevó este trabajo.

Tabla de Contenidos

<u>RESUMEN EJECUTIVO</u>	<u>A</u>
<u>ABSTRACT.....</u>	<u>C</u>
<u>AGRADECIMIENTOS</u>	<u>E</u>
<u>TABLA DE CONTENIDOS</u>	<u>I</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
<u>1. OBJETIVO</u>	<u>3</u>
<u>1.1. MEDICIÓN, COMPARACIÓN Y PROYECCIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO.</u>	<u>3</u>
<u>2. SITUACIÓN ACTUAL: EL CAMBIO CLIMÁTICO, LA CRISIS ENERGÉTICA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE.</u>	<u>5</u>
<u>2.1. EL CAMBIO CLIMÁTICO MUNDIAL</u>	<u>6</u>
<u>2.2. LA CRISIS ENERGÉTICA MUNDIAL</u>	<u>8</u>
<u>2.3. INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO SOSTENIBLE</u>	<u>9</u>
<u>3. ECODISEÑO APLICADO A LA CONSTRUCCIÓN</u>	<u>11</u>
<u>3.1. ECOEDIFICIOS EN EL MUNDO.....</u>	<u>14</u>
<u>3.2. ECOEDIFICIOS EN LA ARGENTINA</u>	<u>16</u>
<u>4. TECNOLOGÍAS Y TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y VIVIENDA ECOEFICIENTE.....</u>	<u>19</u>
<u>4.1. TÉCNICAS DE ECODISEÑO EN LA CONSTRUCCIÓN</u>	<u>21</u>
<u>4.1.1. MORFOLOGÍA URBANA, MEDIO FÍSICO Y DISEÑO DEL EDIFICIO.....</u>	<u>21</u>
<u>4.1.2. EFICIENCIA EN EL USO Y CALENTAMIENTO DE AGUA</u>	<u>22</u>
<u>4.1.3. INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR</u>	<u>23</u>
<u>4.1.4. EFICIENCIA EN LAS ABERTURAS</u>	<u>25</u>
<u>4.1.5. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN CENTRAL</u>	<u>26</u>
<u>4.1.6. INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO CENTRAL.....</u>	<u>27</u>
<u>4.1.7. INSTALACIÓN DE ASCENSORES DE BAJO CONSUMO.....</u>	<u>28</u>
<u>4.2. TECNOLOGÍAS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA DURANTE LA VIDA ÚTIL DEL EDIFICIO</u>	<u>29</u>

4.2.1.	LUCES DE BAJO CONSUMO	29
4.2.2.	APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS Y PRODUCTOS ELECTRÓNICOS	31
4.2.3.	CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO PARTICULARES AGREGADOS	31
4.2.4.	LA DOMÓTICA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA	32
5.	<u>ANÁLISIS DE IMPACTO, CASO DE ESTUDIO.....</u>	35
5.1.	PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.....	35
5.1.1.	CASO RELEVADO	35
5.1.2.	CASO ESTANDARIZADO	41
5.1.3.	CASO MODELO	44
5.2.	COMPARACIÓN DE LOS CASOS	50
5.3.	PROYECCIÓN DE LOS RESULTADOS.....	51
5.3.1.	LA EDIFICACIÓN HOTELERA EN LA ARGENTINA.....	51
5.3.2.	PROYECCIONES PARA LOS PRÓXIMOS 10 AÑOS	52
5.4.	APLICABILIDAD DEL ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO	59
6.	<u>RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</u>	65
	<u>BIBLIOGRAFÍA.....</u>	75
	<u>ANEXO I</u>	77
	<u>ANEXO II</u>	79
	<u>ANEXO III</u>	89
	<u>ANEXO IV.....</u>	91
	<u>ANEXO V.....</u>	97

INTRODUCCIÓN

Actualmente los científicos que creen que se está produciendo un calentamiento global del planeta coinciden en que el problema está directamente relacionado con el uso abusivo por parte del hombre de los recursos naturales, la destrucción masiva de árboles y la quema de fósiles fácilmente accesibles como el carbón, el petróleo y el gas natural; todo ello agravado por el rápido incremento de la población.

Hace unos 30 años se advirtió que las reservas de petróleo se acabarían rápidamente, sin embargo, el descubrimiento de nuevos yacimientos, las mejoras en la eficiencia extractiva y el mejor empleo de las energías alternativas han prolongado los recursos por encima de sus predicciones. El creciente desequilibrio entre el consumo energético y los recursos limitados obligan a la reconsideración de todo tipo de fuentes de energía, así como al fomento de su conservación y uso eficiente.

La construcción representa una de las mayores industrias consumidoras de recursos naturales. Asimismo, los edificios determinan impactos ambientales significativos, por el consumo de energía y agua necesario para su funcionamiento.

La edificación a través de los tiempos ha demostrado cierto desarrollo y avance en cuanto a tecnologías y materiales utilizados. Es posible desde la ingeniería y la arquitectura rediseñar y reestructurar los esquemas que se han planteado para el desarrollo de proyectos; pensar en programas de vivienda sostenibles para los usuarios teniendo en cuenta el medio ambiente y el manejo de los recursos. Se requiere un cambio fundamental en los modelos actuales ya que la vivienda juega un papel importante en la sostenibilidad a través del desarrollo de estilos de vida autosuficientes.

El ecodiseño aplicado a la construcción se basa en el estudio del ciclo de vida completo de los edificios o instalaciones proyectadas, para evidenciar opciones de diseño y nuevas soluciones operacionales. Los métodos del ecodiseño permiten reducir los costos de operación y mantenimiento de los edificios e instalaciones asociadas, y mejorar su performance operacional y ambiental. Estos métodos aplicados en la construcción se basan principalmente en:

- Diseñar apropiadamente la localización, orientación, accesos y ambiente natural circundante de los nuevos edificios e instalaciones.

- Optimizar el uso de la energía, mejorando la eficiencia y confiabilidad de los sistemas, controlando la demanda y aprovechando energías renovables.
- Cuidar y conservar el uso de agua, atendiendo a su calidad y uso eficiente, y asegurando su tratamiento reciclado siempre que sea factible.
- Seleccionar materiales ecoeficientes para la construcción y mantenimiento de las instalaciones, minimizando la generación de residuos.
- Optimizar la gestión operacional, reduciendo esperas o tránsitos innecesarios, y cuidando las condiciones de salud y confort internas.

El ecodiseño incorpora un número de conceptos genéricos como la reducción de materiales y energía tanto en el interior como en el exterior.

Según un informe presentado en 2006 por el Ajuntament de Barcelona, el consumo de energía en las grandes ciudades en ese entonces se repartía aproximadamente en 37% para la industria, 33% para el transporte y 30% alcanzado ya por las viviendas, siendo esta última la categoría que presentaba mayor crecimiento sostenido.

Así pues, este proyecto surge de la necesidad de creación de un modelo de edificación sostenible que permita reducir considerablemente el valor de consumo energético asociado a la vivienda.

El objetivo de este trabajo es evaluar y cuantificar los ahorros energéticos de la aplicación de las mencionadas técnicas de ecodiseño orientadas a este fin en una edificación destinada al uso hotelero. Para esto se evaluarán las técnicas y tecnologías existentes y su viabilidad en el país para luego ser aplicadas a un caso ejemplo.

Luego se realizará una evaluación económica y en conjunto un análisis de aplicabilidad sobre el estudio realizado. Por último se evaluarán los resultados obtenidos y se obtendrán las conclusiones pertinentes.

1. OBJETIVO

El objetivo principal que se plantea para el presente trabajo es:

- ❖ Analizar el potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la medición y comparación del gasto energético de un Hotel en funcionamiento con el de uno similar construido con las tecnologías de ahorro de energía y visión al desarrollo sustentable. Proyectar el ahorro de energía para un horizonte de 10 años. Evaluar los costos y aplicabilidad de dichas técnicas empleadas frente a los ahorros resultantes de la eficiencia energética

La finalidad es mostrar cómo a través de una política adecuada se puede reducir de forma significativa el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a los edificios de viviendas y servicios, existentes y en construcción.

1.1. Medición, comparación y proyección del gasto energético.

Una vez diferenciadas las técnicas de ahorro energético se aplicarán las mismas a un caso de estudio. Se tomará como ejemplo un Hotel tipo en la Argentina, se medirán los gastos energéticos de la construcción tradicional en funcionamiento actualmente. Luego se evaluará la opción de construir un Hotel de similares características bajo el supuesto de que las instalaciones contarán con medidas ecoeficientes durante su construcción y funcionamiento. Por último se compararán los resultados obtenidos.

Los ahorros estudiados se proyectarán a futuro (10 años) para evaluar el impacto hacia un desarrollo sustentable. Se evaluará también la diferencia de costos entre ambos modelos y del mismo modo se proyectarán los mismos a futuro. Luego se realizará un estudio de aplicabilidad teniendo en cuenta los ahorros estudiados, los análisis de costos y realizando una evaluación frente a la situación del costo de la energía en la actualidad en la Argentina

2. SITUACIÓN ACTUAL: EL CAMBIO CLIMÁTICO, LA CRISIS ENERGÉTICA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE.

Actualmente, el mundo se encuentra en un período de crisis energética, ya que dentro de algunos años, la producción mundial de petróleo convencional empezará a disminuir mientras la demanda mundial no dejará de aumentar. La mayor parte de la estructura de oferta de energía primaria está basada en petróleo y gas en casi el 90% a nivel mundial.

Expertos de la industria petrolera, estiman que las reservas actuales sólo servirán para cubrir las necesidades de los próximos cuarenta años. Por otro lado, el uso de combustibles fósiles produce contaminación, un incremento en las emisiones de gases efecto invernadero y como resultado, un aumento del calentamiento global y su principal consecuencia el cambio climático.

Actualmente, existe un fuerte consenso científico de que el clima global se verá alterado significativamente en el próximo siglo como resultado del aumento de concentraciones de gases invernadero tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos. Estos gases atrapan una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que hagan aumentar la temperatura planetaria entre 1,5°C y 4,5 °C. Como respuesta a esto, se estima que los patrones climáticos globales también se alteren. Aunque existe un acuerdo general sobre estas conclusiones, hay una gran incertidumbre con respecto a las magnitudes y las tasas de estos cambios a escalas regionales.

Asociados a estos potenciales cambios, habrá grandes alteraciones en los ecosistemas globales. Con respecto al impacto directo sobre seres humanos, se puede incluir la expansión del área de enfermedades infecciosas tropicales, inundaciones de terrenos costeros y ciudades, tormentas más intensas, la extinción de incontables especies de plantas y animales, fracasos en cultivos en áreas vulnerables, aumento de sequías, etc.

Para evitar el problema que se plantea todos los países deberían llevar a cabo acciones contundentes. Es necesaria la formación, divulgación y apoyo a todo lo relacionado con el desarrollo sostenible fundamental para no hacer desaparecer capital natural, ni fuentes de energía no renovables.

El desarrollo sostenible o desarrollo sustentable hace referencia al uso de forma racional (con lógica social en beneficio de las grandes mayorías) de los recursos naturales de un lugar, cuidando que no sean empobrecidos y las generaciones

futuras puedan hacer uso de ellos. Por tanto, el concepto de desarrollo sostenible, si bien procede de la preocupación por el ambiente, no responde a temas fundamentalmente ambientalistas, sino que trata de superar la visión del medio ambiente como un aspecto aparte de la actividad humana que hay que preservar. El concepto de desarrollo sostenible tiene un vector ambiental, uno económico y uno social.

El objetivo de este capítulo es introducir de manera breve a los dos problemas mencionados, el cambio climático y la crisis energética. Se realiza una explicación concisa de cada uno de ellos y a continuación, como una opción para menguar los problemas mencionados, se propone el concepto de desarrollo sostenible y específicamente una técnica del mismo, el ecodiseño. Este último y especialmente su aplicación en la construcción de edificios como metodología para el ahorro de energía será el principal foco del presente trabajo.

2.1. El Cambio Climático Mundial

A lo largo de los 4.600 millones de años de historia de la Tierra las fluctuaciones climáticas han sido grandes. En algunas épocas el clima ha sido cálido y en otras, frío y, a veces, se ha pasado bruscamente de unas situaciones a otras. Así, por ejemplo, algunas épocas de la Era Mesozoica (225 a 65 millones años AC) han sido de las más cálidas de las que se tiene registro y en ellas la temperatura media de la Tierra era unos 5°C más alta que la actual. Diferencias tan pequeñas en la temperatura media del planeta son suficientes para pasar de un clima con casquetes glaciares extendidos por toda la Tierra al clima actual.

El cambio climático puede tener impactos en el aumento en el nivel del mar, asociado a inundaciones y en la ocurrencia de eventos extremos como tornados, huracanes, diluvios o sequías. En los últimos 10 años las pérdidas económicas producidas por los desastres naturales a nivel global fueron siete veces mayores que en los años ochenta.

El cambio en el clima es causado por el incremento en la concentración atmosférica de ciertos gases denominados “gases efecto invernadero” (GEI)¹.

¹ Dentro de un invernadero la temperatura es más alta que en el exterior porque entra más energía de la que sale por la misma estructura del habitáculo, sin necesidad de emplear calefacción. En la Tierra se produce un efecto natural similar de retención del calor gracias a algunos gases atmosféricos. La temperatura media en la Tierra es de unos 15°C y si la atmósfera no existiera sería de unos -18°C. El efecto invernadero hace que la temperatura media de la

Algunos ejemplos de estos gases son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Ver Imagen 1.

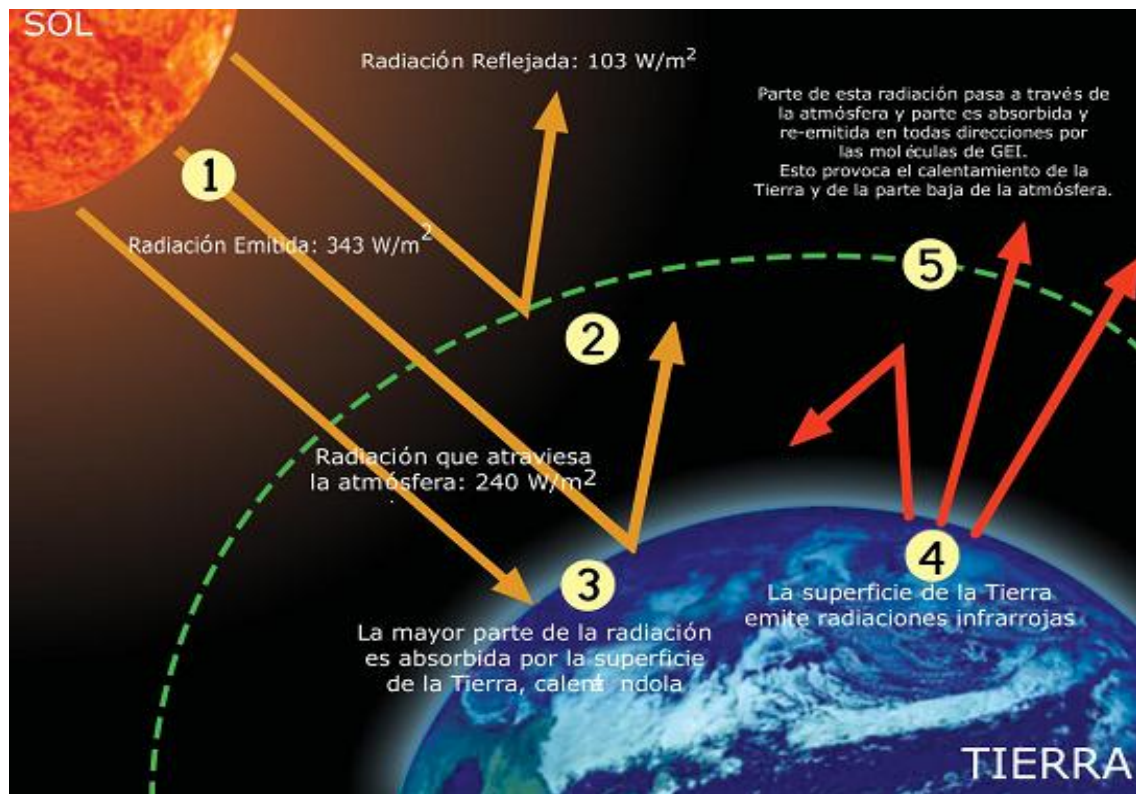


Imagen 1

Existen alternativas para la mitigación de estos cambios de temperatura ambiental, es decir, actividades fomentan la reducción en la emisión de GEIs a la atmósfera. Por ejemplo, la eficiencia energética, ya que las actividades de generación y consumo de energía constituyen una de las principales fuentes de emisión de dióxido de carbono.

La energía eléctrica se produce en gran medida a partir de la quema de ciertos combustibles fósiles. En la Argentina, el principal, es el gas natural constituido fundamentalmente por CH_4 , que al combinarse con oxígeno reacciona generando CO_2 y agua (H_2O). Los combustibles fósiles (como las naftas y el diesel) son compuestos hidrocarbonados, es decir, contienen en su estructura átomos de carbono. Al producirse la quema de estos compuestos para generar electricidad en las plantas térmicas se liberan grandes cantidades de CO_2 a la atmósfera.

superficie de la Tierra sea 33°C mayor que la que tendría si no existieran gases con efecto invernadero en la atmósfera. Ver Figura 1.

Una manera de reducir los impactos del cambio climático es aumentar la cantidad de energía eléctrica que se obtiene sin la quema de combustibles fósiles, como por ejemplo la energía eólica o solar, o disminuir la cantidad de energía consumida mediante técnicas de ahorro y eficiencia energética. Este tipo de alternativas debería ser tenido en cuenta para el logro del desarrollo sustentable (este tema será desarrollado en el punto 2.3).

2.2. La Crisis Energética Mundial

A medida que ha pasado el tiempo, el ser humano ha ido dependiendo cada vez más de los recursos energéticos. Para el hombre moderno, es impensable la vida sin iluminación, calefacción, refrigeración o transporte. Esta dependencia energética se ha convertido en una demanda constantemente creciente de energía y, específicamente de combustibles fósiles, y éstos son recursos no renovables.

El crecimiento poblacional y la economía de mercado han aumentado la demanda de productos y en consecuencia de energía. La economía mundial presenta históricamente un 3% de incremento anual que también se aplica al mercado energético. Dicho crecimiento implica que en apenas un cuarto de siglo, las necesidades energéticas se habrán duplicado y así sucesivamente. También hay que tener en cuenta la distribución de este consumo ya que el 75% de la población mundial consume el 25% de la energía y el 25% restante consumen el 75%. Los EE.UU. y Canadá tienen el récord de consumo, constituyen sólo el 5% de la población mundial y consumen el 30% de la energía primaria.

La única alternativa a la crisis energética inminente es una reducción en el consumo de energía y la utilización de fuentes alternativas de generación de la misma. El consumo medio mundial per cápita es de 2200 W al año, sin embargo el consumo en EEUU es 12.500 W, mientras que en Europa es 4.600 W, proporcionando la misma calidad de vida aparente.

El conocimiento del cenit energético en el cual se encuentra el Mundo actualmente está obtenido de estudios estadísticos que predicen que la producción comenzará a decaer en los próximos 10 años. Dichos datos también se fundamentan en el hecho de la caída de los descubrimientos de campos

gigantes (yacimientos con más de 500 millones de barriles), cuya culminación ocurrió en 1965².

Como alternativas se encuentran muchas opciones, desde las energías alternativas o renovables hasta las energías nucleares, aunque por diferentes motivos ninguna de ellas cuenta con una viabilidad plena. Se necesita encontrar una estrategia de salida de la era de los combustibles fósiles, sin embargo, las empresas de energía, de electricidad y servicios públicos, siguen trabajando sin un análisis adecuado de investigación y desarrollo suficientes para explorar alternativas energéticas nuevas y sustentables.

Se debe comenzar a recurrir a energías alternativas, que son aquellas que se producen a partir de fuentes naturales y que se regeneran por sí solas; los ejemplos más claros son la eólica, biomasa, hidráulica o la energía solar, pero hay otras fuentes que son menos conocidas y cuyo potencial es inmenso. Otra estrategia a la que también debe recurrirse son programas de eficiencia energética que reduzcan el consumo diario de la misma sin reducir la calidad de vida.

En el Anexo I se desarrollan para la Argentina los impactos del cambio climático, la situación energética y los programas de eficiencia energética actualmente implementados en el país.

2.3. Introducción al Desarrollo Sostenible

El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales, por medio de los recursos naturales de una manera cuidadosa, técnica, racional y equilibrada, para no deteriorarlos o agotarlos, sin afectar la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

El término sostenible se refiere a la forma de utilizar uno o varios recursos, pero sin agotarlos totalmente o sin agotar la capacidad que tienen dichos recursos para renovarse, es decir, para seguir existiendo después de utilizarlos. La sostenibilidad se fundamenta en cuatro aspectos:

1. **Económicos:** trata de maximizar los ingresos manteniendo los estándares de calidad de vida.

² A fines de Abril de 2007 se halló en el mar de Bohai al noroeste de China una reserva de crudo que se cree suficiente para llenar 7350 millones de barriles. Este sería el pozo más grande hallado en el mundo en los últimos 40 años.

2. Tecnológicos: requiere mejoramiento de las tecnologías para alcanzar las metas.
3. Ambientales: se centran en la conservación de los sistemas biológicos y físicos.
4. Culturales: procuran la estabilidad de los sistemas culturales y sociales.

Enfocándose en el segundo aspecto se puede mencionar que en el marco del desarrollo sustentable se otorga un énfasis mayor a las tecnologías que hagan posible la prevención del deterioro ambiental y se acepta la posibilidad de que tecnologías no modernas puedan ser más adecuadas dentro del nuevo concepto de eficiencia económico-ambiental, lo cual supone una diversificación tecnológica.

El concepto de eficiencia tecnológica adquiere una nueva dimensión al hablar de tecnologías racionales desde el punto de vista ambiental, ya que dicha eficiencia depende no sólo de sus implicancias económicas, sino también de sus repercusiones ambientales. Más aún, la tecnología sustentable requiere incorporar la consideración de otros factores como la reducción en la utilización de la energía y recursos naturales o la optimización del aprovechamiento de los recursos renovables a través de su recuperación.

En la actualidad es necesaria la creación de técnicas que generen una reducción especialmente en el consumo de energía y materias primas de aproximadamente un 90% en los próximos 40 años para lograr una equidad de las necesidades humanas dentro de las capacidades de la Tierra.

3. ECODISEÑO APLICADO A LA CONSTRUCCIÓN

El concepto de Diseño para el Medio Ambiente o Ecodiseño, considera los impactos ambientales de un producto industrial a lo largo de todo su ciclo de vida en el momento inicial de su desarrollo en el diseño, ofreciendo una excelente oportunidad para atacar las causas de los problemas ambientales por la oportunidad de realizar mejoras sobre toda la cadena de valor del producto en un enfoque preventivo.

El Ecodiseño como metodología para el diseño de productos se desarrolló hacia el comienzo de los años noventa en Holanda y tras una rápida difusión a través de proyectos demostrativos y programas de capacitación en empresas en países como Alemania, Bélgica, Reino Unido y Australia se ha consolidado como una herramienta clave para una estrategia de responsabilidad ambiental.

La idea es que el diseño sea un método de prevención al problema social y ambiental resolviendo y creando sistemas sostenibles en el desarrollo de proyectos profesionales. Un producto desarrollado bajo las técnicas del ecodiseño se dice que es ecoeficiente.

Menos utilización de los recursos naturales (materiales y energéticos) y mayor productividad en los usos; menores impactos ambientales debidos al crecimiento económico, son los elementos que confluyen para la definición de los mejores y más útiles indicadores de ecoeficiencia. Operar de manera ecoeficiente implica siete elementos básicos:

- Reducción del material utilizado en la producción de bienes y servicios.
- Reducción de la energía utilizada en la producción de bienes y servicios.
- Reducción en la generación y dispersión de cualquier material tóxico.
- Reciclaje
- Maximización del uso sostenible de los recursos naturales.
- Extensión de la durabilidad de los productos.
- Aumento del nivel de calidad de bienes y servicios.

Entre las actividades industriales, la construcción, junto con sus industrias asociadas, es una de las mayores consumidoras de recursos naturales como la madera, los minerales, el agua y la energía. Asimismo, los edificios determinan impactos ambientales significativos, por el consumo de energía y agua necesario para su funcionamiento. El presente capítulo presenta las bases que soportan la necesidad de implementar estas técnicas en la edificación para luego mencionar algunos ejemplos ya existentes en el mundo y en la Argentina.

La utilización de métodos de ecodiseño en edificios e instalaciones, ha tenido un crecimiento importante en los últimos años. Estos métodos permiten reducir los costos de operación y mantenimiento de los edificios e instalaciones, y mejorar su performance operacional y ambiental. El diseño sustentable de edificios e instalaciones permite utilizar eficientemente los recursos, particularmente energía, agua y productos químicos, y reduce los impactos ambientales.

Normalmente, el ecodiseño produce un aumento en los costos iniciales de inversión pero determina ahorros en los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones en su posterior utilización y también en los gastos de remodelación o adaptación, derivados de regulaciones ambientales.

El ecodiseño se basa en el estudio del ciclo de vida completo para evidenciar opciones de diseño y nuevas soluciones operacionales. Los métodos de ecodiseño en la construcción se basan principalmente en:

- Diseñar apropiadamente la localización, orientación, accesos y ambiente natural circundante de los nuevos edificios e instalaciones.
- Optimizar el uso de la energía, mejorando la eficiencia y confiabilidad de los sistemas, controlando la demanda y aprovechando energías renovables.
- Cuidar y conservar el uso de agua, atendiendo a su calidad y uso eficiente, y asegurando su tratamiento reciclado siempre que sea factible.
- Seleccionar materiales ecoeficientes para la construcción y mantenimiento de las instalaciones, minimizando la generación de residuos.
- Optimizar la gestión operacional, reduciendo esperas o tránsitos innecesarios, y cuidando las condiciones de salud y confort internas.

Es necesario integrar el diseño ambiental y los principios de la gerencia de proyectos dentro del proceso de la construcción. Se debe tener en cuenta que los procesos de construcción ambientalmente amigables, son un paso esencial para el desarrollo de proyectos sostenibles. El ecodiseño incorpora un número de conceptos genéricos como la reducción de materiales y energía tanto en el interior como en el exterior. Se requiere un cambio fundamental en los modelos actuales ya que la vivienda juega un papel importante en la sostenibilidad a través del desarrollo de estilos de vida autosuficientes.

El avance de la tecnología puede ser integrado con el diseño ambiental en las edificaciones y aplicado a todas las escalas: casas, edificios, plantas industriales, sistemas urbanos, etc.

Un estudio realizado en la Unión Europea en diciembre de 2006 sobre el perjuicio sobre el ambiente de la actividad industrial señala que dentro de estas actividades, la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales y una de las principales causantes de la contaminación atmosférica.

El informe indica que los edificios consumen entre el 20% y el 50% de los recursos físicos según su entorno, siendo la obra pública la que más materiales consume. Así, se calcula que por cada metro cuadrado de edificio construido, se gastan aproximadamente casi tres toneladas de materiales. Por ello, la utilización de materiales de construcción con un menor impacto ambiental y que no contengan elementos tóxicos o peligrosos es fundamental.

En lo que respecta al consumo energético, la actividad de construcción como tal no consume mucha energía en comparación con otras actividades humanas. Sin embargo, la consecución y procesamiento de los materiales de construcción y la utilización diaria de edificios e infraestructuras constituye de manera indirecta y directa una de las actividades humanas más intensivas en consumo energético. En este sentido, el hecho de que los edificios sean los responsables de aproximadamente el 50% de energía utilizada, los convierte en uno de los principales causantes de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

Las emisiones directas de los edificios se centran sobre todo en la actividad de calefacción, mientras que la producción de electricidad en los edificios es una de las grandes fuentes de contaminación indirecta. La experiencia de los últimos 20 años ha demostrado que no resulta fácil cambiar el sistema de construcción de los edificios y su funcionamiento.

Las construcciones comerciales y habitacionales tienen un impacto ambiental enorme por su producción de desechos y su consumo de energía y otros recursos. Según un informe de 2006 elaborado por el Consejo para la Construcción Ecológica de Estados Unidos (US Green Building Council, en inglés), las construcciones comerciales y habitacionales consumieron 65.2% de toda la electricidad generada, 12% del agua consumida y 40% de todas las materias primas consumidas, además de ocasionar cerca de 36% de todas las emisiones de gases de invernadero en la Unión Americana.

La preocupación por el agotamiento de los recursos y la seguridad energética impulsa actualmente un movimiento que lucha por la sustentabilidad en el sector de la construcción mediante el diseño de edificios con una conciencia ambiental. Las prácticas de construcción verde permiten manejar tanto el consumo de energía y recursos como la generación de residuos aplicando conceptos y

tecnologías que representan una alternativa ambientalmente más beneficiosa y económicamente más favorable que los diseños del pasado.

3.1. Ecoedificios en el Mundo

En Dubái se encuentra en construcción un edificio que generará 190 millones de KW de energía al año por un valor cercano a los 7 millones de euros. Se trata de un nuevo concepto de torre de departamentos de 59 pisos y 250 m de altura, que genera energía eléctrica mediante el sol y el viento. Se trata de una torre alta de 250 metros que rota y utiliza la fuerza del viento para producir energía. (Ver Imagen 2)



Imagen 2

Cada uno de los 59 pisos de la torre aloja un departamento y está separado de los otros, para poder rotar de manera independiente. Cada piso tiene una velocidad muy lenta, para evitar perturbaciones por efecto de la rotación a los inquilinos de la torre, que no percibirán el movimiento. La energía eléctrica es producida por una serie de aerogeneradores que están instalados en el espacio que queda entre cada piso y aprovecha la fuerza del viento como si fueran molinos. Además cada piso giratorio independiente, girando gracias al viento, producirá electricidad. También se utilizará el aporte de paneles solares fotovoltaicos, ubicados sobre el techo de cada piso y que durante la jornada, rotando, están parcialmente expuestos a la luz solar. De este modo el edificio produce energía que será consumida en el mismo, y el excedente puede ser vendido al exterior.

En China, ante el riesgo de convertirse en el principal emisor mundial de gases de efecto invernadero, el gobierno desarrolló un plan para utilizar materiales que causen menos impacto ambiental, y edificar viviendas "saludables y confortables" que gasten menos energía al ser construidas, usadas y demolidas. Además, se incentivará la utilización de energías renovables, todavía minoritarias en China. Una de las principales medidas a adoptar es la promoción de un menor uso de carbón en las casas, una de sus principales fuentes de energía y calefacción.

El objetivo es ahorrar un 65% de energía y ayudar al cumplimiento de los fines del Protocolo de Kyoto³. China no es uno de los países firmantes del tratado, pero sí lo ratificó, y al ser considerado como un país en vías de desarrollo al igual que la Argentina, no está obligado a reducir sus emisiones.

El viceministro de Construcción chino, destacó en mayo del 2006 que su política de construcción es vital para lograr un desarrollo sostenible. A raíz de esto, las autoridades chinas lanzaron campañas de concientización y promulgaron normativas para conseguir ahorrar en el año 2020 un 65% de la energía consumida en todo el país en la construcción de edificios. La medida es fundamental, ya que si China no aplica estas medidas se convertirá en el principal emisor mundial de gases de efecto invernadero en 2020.

En Italia apuestan a las casas ecológicas que respetan al hombre y a la naturaleza, ahorran energía y mejoran la calidad ambiental. Cada una de ellas cuesta 15 % más que las casas tradicionales. Pero a largo plazo representan un ahorro de entre 30% y 43% en los gastos de energía eléctrica, gas, calefacción y agua. Estos gastos son de alrededor de 2.000 dólares por una casa tradicional de 100 m², y de 1.200 dólares por una casa ecológica de la misma superficie.

El gobierno da incentivos y beneficios, como financiamiento regional para energía renovable o descuentos al impuesto municipal para los inmuebles. La casa ecológica tiene una filosofía que estudia la orientación de la construcción, el terreno y la naturaleza que lo circunda. Hace un análisis del uso racional de los recursos y de la energía y usa agua reciclada y materiales no tóxicos. Están construidas con materiales naturales, a diferencia de las casas tradicionales que usan más de 50.000 sustancias tóxicas para la construcción y decoración.

³ El Protocolo de Kyoto es un acuerdo internacional entre más de 80 Estados, celebrado en 1997 en la ciudad japonesa del mismo nombre, que compromete a los países industrializados a reducir sus emisiones de GEI en aproximadamente un 5.2% entre 2008 y 2012 (plazo del primer período de compromiso)

En los últimos 10 años hubo algunos esfuerzos para incentivar la construcción sostenible, sobre todo al norte del país. En Milán, por ejemplo, se encuentra uno de los cuatro ecoedificios de Italia. Sus propietarios ahorran alrededor de 1.000 dólares al año en las facturas de luz, agua, calefacción y aire acondicionado.

Italia es parte del proyecto "La Casa Ecológica" en Europa-SHE- (Sustainable Housing in Europe son sus siglas en inglés), que de 2003 a 2008 se realizó en Portugal, Francia y Dinamarca y que construyó 714 viviendas sostenibles. Fue coordinado por la Federación europea y financiado por la Comisión Europea en el ámbito del programa Cuadro de Investigación y Desarrollo y del subprograma "Energía, Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ciudades del Futuro y Herencia Cultural".

En Estados Unidos se encuentran varios ejemplos de edificios que utilizan estas técnicas, un ejemplo es el edificio "The Solaire" ubicado en la ciudad de New York. Este es un edificio de 27 pisos y 293 unidades de vivienda y fue diseñado para consumir un 35% menos de energía, reducir los picos de demanda de electricidad en un 65% y requerir un 50% menos de agua potable que un edificio convencional de similares características.

Una fila de paneles fotovoltaicos genera el 5% de la energía requerida por el edificio en los picos de demanda, contiene sistemas automáticos de humidificación y ventilación en los departamentos junto con termostatos digitales programables y su diseño fue pensado para el máximo aprovechamiento de la luz del día. Las áreas comunes poseen sensores de detección de personas y luz exterior para optimizar el uso energético. El edificio utiliza para su refrigeración y para los baños un sistema de potabilización y reutilización del agua. El 19% de los materiales utilizados durante la construcción son de origen reciclado y el 93% de los desperdicios generados durante la misma fueron también reciclados luego.

Estos son solo algunos ejemplos de los miles que ya se pueden observar en países que han tomado conciencia del beneficio de la aplicación de técnicas de ecodiseño en la construcción para el ahorro de energía, la disminución del impacto ambiental y el desarrollo autosustentable.

3.2. Ecoedificios en la Argentina

En la Argentina la construcción no se ha visto aún orientada al desarrollo sustentable en gran medida. En este apartado se mencionan algunos ejemplos

existentes en el país de construcciones que han aplicado técnicas de ecodiseño y un proyecto que es el primer edificio ecológico de viviendas.

Las primeras casas bioclimáticas de la Argentina se encuentran en el sur. En Chubut, con temperaturas constantes bajo cero en invierno, se construyeron viviendas en las que el sol funciona como estufa, cocina y calefón. Las casas están en Fofó Cahuel, un pueblo de 600 habitantes en el noroeste de Chubut y son el prototipo de un programa multidisciplinario, iniciado por el Instituto Provincial de la Vivienda para mejorar la calidad de vida de los pobladores rurales dispersos.

Se encuentran en una zona donde llueve 178 mm al año y el sol resulta el único combustible accesible para contrarrestar las bajas temperaturas del invierno. La ventilación cruzada y las chimeneas solares refrescan en el verano y un molino eólico permite generar energía para la iluminación.

Por otro lado, en abril de 2005 el INTI presentó un prototipo de vivienda que permite desde un 13% hasta un 39% de ahorro energético según el sistema utilizado para su ejecución. El Instituto desarrolló este proyecto a partir del marco del Protocolo de Kyoto por el cual la Argentina se compromete a no incrementar las emisiones de GEI, promover la eficiencia energética en forma continua y a desarrollar el uso de energías limpias teniendo en cuenta que es el sector de vivienda y servicios el que absorbe del 40% al 50% del consumo energético.

Con el objetivo de reducir el consumo en edificios, el INTI ha logrado desarrollar un prototipo de vivienda que alcanza mejores condiciones de confort con menor consumo de energía y de costo similar a los indicados para los planes de vivienda social.

En Octubre de 2006 fueron certificados por la Subsecretaría de Vivienda ladrillos de plástico reciclado y cemento para la construcción de edificios de hasta de dos pisos. La fabricación del ladrillo clásico tiene un impacto ambiental significativo ya que se produce con humus que tarda miles de años en formarse y se cocinan en hornos a cielo abierto. Estos nuevos ladrillos resultan ser una tecnología ecológica, económica y eficiente desde el punto de vista de la aislación. Se producen triturando envases descartables de bebidas PET y envoltorios de alimentos y mezclándolo con cemento Portland.

En 2007 se anunció un proyecto para construir el primer edificio energéticamente sustentable del país en la ciudad de Mar del Plata. El complejo, demandó una inversión de 4.1 millones de dólares, está listo desde febrero de 2008 y genera 4,5 kilovatios diarios. La energía suministrada por el generador eólico instalado

en la azotea del edificio se utiliza para los dos ascensores, la luz de los espacios comunes y el sobrante se almacena en baterías como reserva. El molino representa menos del 0,5% del costo total de la obra ya que cuesta alrededor de 10 mil dólares y genera ahorros de expensas, electricidad y gas.

El ahorro representará un 15% de ahorro en el costo de las expensas. También optimiza el uso de la energía natural disponible por la disposición y el tamaño de las aberturas. Para captar más luz del sol, las ventanas ocupan más del 80% del perímetro y las luces de espacios comunes tienen sensores inteligentes de encendido. Además se utiliza el sistema de calefacción de losa radiante individual con regulación térmica y para calentar o refrigerar ambientes se toma especial atención en el aislamiento térmico en muros y cerramientos.

Estos son solo algunos casos pero sin embargo en Argentina todavía no existe una conciencia generalizada en el ámbito de la edificación orientada al desarrollo sustentable. Es por eso que este presenta una gran oportunidad para disminuir el consumo energético del sector.

4. TECNOLOGÍAS Y TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y VIVIENDA ECOEFICIENTE.

La edificación es un sector de enorme influencia en la evolución del consumo de energía y las emisiones de CO₂. Se presenta la posibilidad de generar un cambio en la forma de construir que lleve a la optimización de recursos para alcanzar el desarrollo sustentable de los edificios. El problema que se busca resolver es **el alto consumo energético evidenciado por los edificios y su influencia sobre el ambiente.**

Como solución a este problema y para alcanzar el objetivo del trabajo de maximizar la eficiencia energética se estudiarán las técnicas de ecodiseño aplicadas a la construcción, especialmente aquellas orientadas al ahorro energético.

Cuando se habla de ahorro y eficiencia energética en la construcción es necesario establecer una correcta ponderación de los resultados obtenidos dado que no es lo mismo evaluar por ejemplo edificios residenciales que edificios de recreación para el público. Es por ello que debe quedar bien en claro que en el presente trabajo se hablará específicamente de edificios destinados a la actividad hotelera.

También se analizarán las estadísticas de construcción en la Argentina de los últimos años, especialmente de la evolución de edificios destinados a este fin, para generar un pronóstico que permita analizar el objetivo del presente trabajo de proyectar los resultados del análisis anterior a futuro.

Por último se realizará un análisis económico de los casos y un estudio de aplicabilidad de las soluciones planteadas.

El presente trabajo pretende establecer pautas para el ahorro de energía en las edificaciones, pero para esto es necesario establecer una serie de conceptos que permitan determinar las bases para definir la “edificación sostenible”. Para ello, se debe encuadrar todo lo relacionado con el ahorro y la eficiencia dentro del concepto más amplio de sostenibilidad.

A partir de esto se puede considerar que una construcción respetuosa con el medio ambiente se puede conseguir en base a la combinación de algunos aspectos fundamentales, sin dejar de lado la cuantificación de los aspectos económicos de su aplicación:

1. Optimización de la gestión de los recursos
2. Limitación de la emisión de residuos
3. Uso racional de la energía
4. Ahorro energético
5. Utilización de energías renovables
6. Construcción sana

El ahorro energético es directamente proporcional a la reducción de emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera, objetivo prioritario si se tiene en cuenta que hace 10 años ya el 33% de las emisiones contaminantes procedían de la vivienda.

La valoración del costo energético global de los modelos de construcción debe contemplar los procesos de fabricación, gestión y reutilización, según las distintas fases de su ciclo global. Teniendo en cuenta este ciclo el consumo energético derivado de la vivienda puede ser analizado de acuerdo a:

1. Energía necesaria para la fabricación de la edificación. Extracción de materias primas, producción de materiales, transporte de éstos al lugar de edificación y construcción de la vivienda.
2. Energía necesaria durante la vida útil de la edificación. Gestión de control térmico (calefacción, refrigeración, ventilación, agua caliente sanitaria), electricidad (iluminación, grandes y pequeños electrodomésticos, etc.). Mantenimiento y operaciones de adaptación y reparación del edificio debido a cambio de uso o a introducción de mejoras.
3. Energía necesaria para una vez concluida la vida útil del edificio, devolver los elementos empleados a su estado original, mediante la reutilización, reciclado o mecanismos de eliminación que permitan mantener el equilibrio ecológico.

Según lo anterior un edificio que aplica técnicas de ecodiseño contará con uno o varios de los puntos que se mencionarán en los agregados a continuación ya sea aplicándolos durante el momento específico de su construcción o durante su vida útil. Por ser el objetivo del presente trabajo se hará hincapié y se desarrollarán con mayor profundidad aquellas tecnologías y técnicas que se utilicen para el ahorro de energía, siendo estas las únicas para las que se evaluarán costos de implementación y ahorros energéticos.

Para la fase de construcción se considerarán aquellos ahorros provenientes de técnicas o tecnologías incluidas en la edificación propiamente dicha, es decir no

se analizará por ejemplo el gasto energético de generación y traslado de materiales. Luego una vez terminada la construcción se evalúan los ahorros para la vida útil del edificio.

4.1. Técnicas de Ecodiseño en la construcción

4.1.1. Morfología urbana, medio físico y diseño del edificio

Un edificio no es un sistema aislado pues tiene una serie de intercambios energéticos con el exterior cuyas constantes varían, no solo durante el día y la noche, sino también a través de las estaciones del año. Sin embargo se pretende que dentro del edificio dichas constantes varíen poco, para mantener el confort en niveles adecuados. Es preciso por lo tanto regular el intercambio con el exterior y esto implica que deben analizarse los condicionantes que impone el entorno, exposición al sol, vientos, humedad, etc., para tratar de optimizar el intercambio de calor con el exterior a través de diseños constructivos y diseños interiores pensados para tal fin.

Dado que en el entorno urbano no es posible elegir una localización en función de su potencial bioclimático, deben considerarse las ventajas y desventajas de los factores ambientales existentes con vistas a su aprovechamiento para la obtención de una mejor calidad de vida en el interior de los edificios.

En el medio urbano, por ejemplo, la relación entre el ancho de la calle y la altura de la edificación muchas veces impide que la radiación solar ingrese en los huecos de los pisos bajos, la altura de las edificaciones aumenta sin hacerlo en la misma proporción la anchura de las calles. En grandes bloques de edificios o manzanas los criterios urbanísticos predefinen altura máxima, distancia entre bloques, disposición, etc. Las propiedades térmicas y ópticas de los materiales utilizados durante la construcción deben adaptarse a las necesidades de captación solar.

Considerando el edificio como un sistema energético, las estrategias a incorporar en el diseño deben ser las siguientes:

1. Captación de recursos energéticos del entorno inmediato
2. Almacenamiento y conservación de los recursos energéticos
3. Potenciación de la eficiencia del sistema energético
4. Optimización de la gestión de los usos energéticos.

Estudios realizados indican que tomando este tipo de medidas de morfología del edificio podría llevarse a un **ahorro del 54%** de la energía primaria consumida en los mismos. Sin embargo en el caso de estudio presente no se considerarán ahorros energéticos provenientes del diseño urbano ya que se toma un caso ya existente en el cual no se puede decidir sobre la orientación o construcción del edificio.

4.1.2. Eficiencia en el uso y calentamiento de Agua

La tecnología actual ha permitido el desarrollo de dispositivos limitadores del consumo de agua en los equipamientos de fontanería que no afectan al confort del usuario y sin embargo suponen un ahorro significativo en el agua utilizada. Existen en la actualidad equipamientos como por ejemplo:

- Regulación de la presión de entrada.
- Cisternas eficientes. Duchas y sanitarios de bajo consumo.
- Empleo de electrodomésticos eficientes (lavarropas, lavaplatos, etc.).
- Posibilidad del reciclado de aguas, implantando redes de recogida separadas del agua usada para su reutilización.
- Sistemas que coleccionan y usan lluvia para agua en el sanitario.
- Sistemas que calientan el agua en los puntos de utilización para minimizar la pérdida de calor

Utilizando en la construcción dispositivos que reduzcan el consumo del agua caliente sanitaria también se consigue reducir el consumo de energía. El agua caliente es el tercer gasto energético más grande representando alrededor de un 13% sobre el total en un edificio. Por este motivo para el caso planteado se estudiará la opción del calentamiento de agua sanitaria mediante un sistema de energía solar.

Las unidades solares no dañan el medio ambiente y pueden instalarse en el techo. Estos sistemas también son buenos para el medio ambiente ya que no emiten los gases dañinos que se asocian con la producción de electricidad. Durante un período de 20 años, un calentador solar de agua no arrojará al aire 50 toneladas menos de dióxido de carbono que si el agua hubiese sido calentada con métodos tradicionales.

4.1.3. Instalación de energía solar

Los módulos fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos, llamados a veces paneles solares, están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos. La potencia máxima que puede suministrar un módulo se denomina potencia pico.

Los paneles tienen una placa receptora y tubos adheridos a ésta por los que circula líquido. El receptor (generalmente recubierto con una capa selectiva oscura) asegura la transformación de radiación solar en calor, mientras que el líquido que circula por los tubos transporta el calor hacia donde puede ser utilizado o almacenado. El líquido calentado es bombeado hacia un aparato intercambiador de energía (una bobina dentro del compartimento de almacenado o un aparato externo) donde deja el calor y luego circula de vuelta hacia el panel para ser recalentado. Esto provee una manera simple y efectiva de transferir y transformar la energía solar. Ver Imagen 3



Imagen 3

Las placas fotovoltaicas se dividen por su estructura en:

- **Monocristalinas:** se componen de secciones de un único cristal de silicio (reconocibles por su forma circular o hexagonal).
- **Policristalinas:** cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.
- **Amorfos:** cuando el silicio no se ha cristalizado.

Su efectividad es mayor cuanto mayor son los cristales, pero también su peso, grosor y costo. El rendimiento de las primeras puede alcanzar el 20% mientras que el de las últimas puede no llegar al 1%, sin embargo su costo y peso es muy inferior.

Los colectores solares también se diferencian por el rango de temperaturas de trabajo en baja, media y alta temperatura. Los sistemas de captación de baja temperatura se caracterizan por ser de captación directa y por que la temperatura del fluido de trabajo está por debajo del punto de ebullición. En el caso de los sistemas de captación de media temperatura, la temperatura del fluido se encuentra por encima de los 100°C. Finalmente, los colectores solares de alta temperatura, colectores de concentración, aumentan la radiación por unidad de superficie con un alto índice de concentración para alcanzar temperaturas superiores a 300°C.

En el caso de estudio que se considerara en el presente trabajo, desde el punto de vista técnico, el sistema de captación de baja temperatura es el más adecuado ya que para la producción de agua corriente sanitaria (ACS) se considera una temperatura de consumo aproximada de 45°C. Además, económicamente hay que tener en cuenta que el costo de los colectores aumenta con la temperatura de trabajo.

Dentro de los sistemas de aprovechamiento de energía solar térmica de baja temperatura, hay colectores solares sin cubierta, que poseen un elevado coeficiente de pérdidas, colectores solares planos y colectores solares de vacío.

Los colectores solares de vacío están compuestos por una doble cubierta envolvente, cerrada herméticamente, en la cual se ha practicado un vacío de entre 10⁻² y 10⁻⁴ atm, en función de su calidad, que permite reducir e incluso eliminar las pérdidas por convección y conducción del colector. Sin embargo, dos aspectos los hacen desaconsejable para edificios de vivienda y alojamiento, su elevado costo y la pérdida de vacío con el tiempo.

El funcionamiento de los colectores solares planos está basado en el “efecto invernadero” producido cuando la cubierta transparente que colocada sobre la placa absorbente deja pasar la radiación solar pero resulta opaca a las radiaciones emitidas por la placa. Así la placa aumenta de temperatura transmitiendo esa energía al fluido de trabajo que recorre el colector. El colector está además perfectamente aislado para reducir las pérdidas de calor por transmisión en la parte posterior y lateral del colector. Todas estas características, así como su temperatura de trabajo, hacen que sea el más indicado para instalaciones de edificios de viviendas y alojamiento.

La cantidad de energía diaria entregada por estos paneles fotovoltaicos variará dependiendo de la orientación, de la localización, del clima y de la época del año. En promedio, en verano, un panel producirá cerca de cinco veces la energía especificada en watts por horas y por día, y en invierno cerca de dos veces esa

cantidad. Por ejemplo, en verano un panel de 50 vatios producirá un promedio de de 250 vatios/hora, y en invierno cerca de 100 vatios/hora. Estos valores son solamente indicativos, y se debe buscar ayuda profesional para obtener cálculos más exactos.

El principal problema con los paneles fotovoltaicos es el costo de la inversión inicial que requiere en algunos casos hasta más de 7 años para recuperar el costo inicial y generar ganancias, de una vida útil de 40 años o más.

El dimensionado de la instalación debe conseguir un equilibrio entre el ahorro energético y el costo económico. No sería coherente que la inversión en la instalación para conseguirlo fuera desproporcionada con el ahorro de energía y, por tanto, no se amortizara en un período de tiempo razonable. En el dimensionado también hay que tener en cuenta que la época de mayor producción de energía solar, durante el período estival, coincide con la de menor consumo mientras que durante la época de menor producción, en invierno, las necesidades de agua corriente sanitaria son máximas.

Así pues, la instalación diseñada debe garantizar la producción de una parte de la demanda de agua corriente sanitaria de las edificaciones de estudio. Sin embargo, pese a la utilización de energía solar es necesario disponer de un equipo de apoyo convencional, que garantice el suministro de agua corriente sanitaria en los días de ausencia o de menor radiación solar.

4.1.4. Eficiencia en las aberturas

El adecuado rendimiento energético de un edificio está también condicionado por las pérdidas de calor durante el invierno y de los aportes de calor indeseados durante el verano. Siempre que la temperatura de un espacio dentro de un edificio difiera de la de los espacios colindantes o de la temperatura exterior, hay un flujo de calor a través de los elementos del edificio que conforman el espacio, así como un intercambio de aire a través de espacios abiertos y rendijas en el sistema constructivo.

Las ventanas ofrecen una gran vista, permiten la entrada de la luz del día, dan ventilación y facilitan la calefacción solar en el invierno. Desafortunadamente, también pueden representar entre un 10% a 25% de la cuenta de energía. Esto se debe a que durante el verano, el equipo de aire acondicionado tiene que trabajar recargado para enfriar el aire caliente de las ventanas y en invierno se

requiere mayor calefacción para contrarrestar el aire frío que se introduce por ellas.

Para disminuir el impacto de este intercambio existen ventanas de cristal doble con un revestimiento de baja emisividad calorífica en los cristales que reflejan el calor para reducir los efectos mencionados. Ver Imagen 4

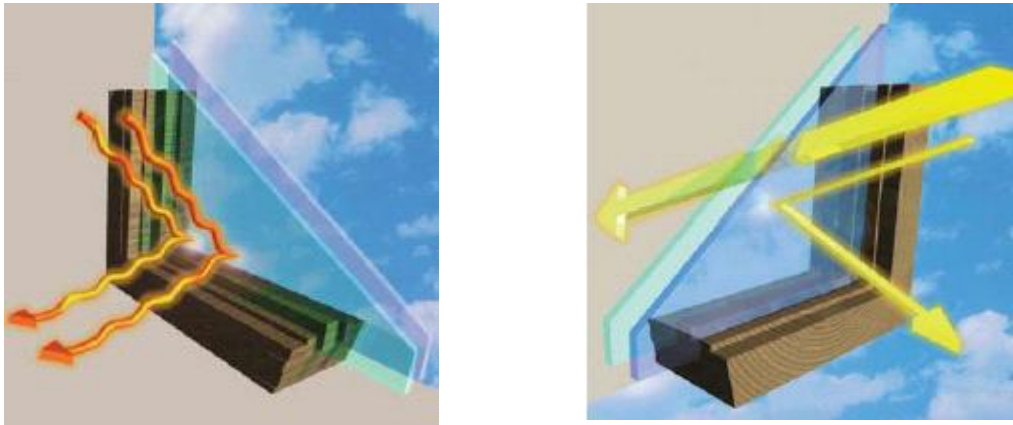


Imagen 4

Estas ventanas tienen un valor aproximadamente 30% superior al de una ventana común pero reducen el costo de aire acondicionado y calefacción entre un 10% y 15%. La instalación adicional de burletes en las ventanas puede reducir la pérdida de calor entre un 25% y un 50% adicional.

4.1.5. Instalación de calefacción central

El objetivo principal en el diseño de esta instalación es ofrecer al usuario final las condiciones ambientales de confort mediante el sistema de calefacción con mayor eficiencia energética y menor agresividad con el medio ambiente. La instalación de calefacción está formada por los elementos de producción de calor, los elementos de distribución de esa energía calorífica, el sistema de regulación de la instalación y los elementos que emiten el calor al ambiente.

Son varias las posibilidades a la hora de realizar una instalación de calefacción, para poder determinar cuál es la más adecuada desde el punto de vista de la sostenibilidad y la eficiencia energética se desarrollan tres opciones. Para mayor información para el lector estas evaluaciones se encuentran en el Anexo III.

Por sus características⁴ el sistema a utilizar en el caso propuesto de estudio será la calefacción central por suelo radiante. Cabe destacar que, con el claro objetivo de reducir el consumo energético del edificio, se dejará sin servicio de calefacción a los pasillos, y todas aquellas zonas consideradas zonas de paso. Sin embargo, debido al uso de calefacción por suelo radiante, estas zonas se beneficiarán del paso de las tuberías emisoras por ellas. En el diseño de la instalación se considera una temperatura de confort de 20°C en invierno.

4.1.6. Instalación de aire acondicionado central

Al igual que en el caso de la calefacción el objetivo principal en el diseño de esta instalación es ofrecer al usuario final las condiciones ambientales de confort mediante el sistema con mayor eficiencia energética y menor agresividad con el ambiente.

Para el cálculo y dimensionamiento del equipo de aire acondicionado necesario se deben considerar las cargas sensibles producidas por las pérdidas por radiación y transmisión, las ocasionadas por la iluminación y los aparatos eléctricos y las cargas sensibles y latentes causadas por los ocupantes y por las infiltraciones de aire exterior. Entre los parámetros que también se deben considerar se destacan la orientación del edificio de estudio y sus parámetros constructivos.

Para el caso en el presente trabajo se ha considerado una situación de confort determinada por una temperatura interior de 24°C en el verano. En esta instalación, con el objetivo de garantizar el máximo confort a los usuarios, se ofrece el servicio de acondicionamiento de aire a todas las estancias del edificio ya que se evita la creación de zonas con distintas temperaturas.

Para el caso de estudio se ha optado por equipos de la gama de aquellos marcados como equipos para ahorro energético ya que ofrecen un **ahorro de hasta el 30%** con respecto a los sistemas tradicionales de acondicionamiento de aire. Esta tecnología mejora los sistemas tradicionales de climatización ya que mantiene la temperatura interior que se desee, modificando las revoluciones del compresor en función de la temperatura ambiental, con lo que se logra disminuir el consumo eléctrico y la pérdida de energía. Así, además, se consigue alargar la vida del aparato al evitar los continuos ciclos de arranque-paro que repiten las máquinas tradicionales para mantener constante la temperatura de confort.

⁴ Descriptas en el Anexo III

Por otro lado cabe mencionar que el refrigerante que usan estos equipos es una mezcla de hidrofluorcarbonos que al no contener cloro evitan la destrucción de la capa de ozono.

Un aumento de la temperatura del ambiente acondicionado de 18 a 24°C produce, para una temperatura exterior de 30°C, un ahorro de energía del 40% durante la noche. Es decir se gasta un 40 % menos en acondicionamiento de aire solo con el aumento de los 6°C en la selección de la temperatura.

4.1.7. Instalación de Ascensores de Bajo Consumo

Actualmente existen ascensores con motores que incorporan variadores de frecuencia que reducen el consumo de energía en 30%, en comparación con modelos convencionales.

La aplicación de motores de alta eficiencia, de imanes permanentes y sin engranajes también genera reducciones en el consumo energético durante la operación. Otras fuentes de ahorro se encuentran en minimizar el número de ascensores en movimiento, la cantidad de viajes y la reducción de la velocidad. Por ejemplo, existen ascensores con sistemas inteligentes de auto testeo que reconocen las horas de mayor flujo y automáticamente, tras desocuparse, se dirigen al piso de más tráfico.

Los motores representan un tema relevante, porque cuentan con un sistema de control por frecuencia variable que potencia la utilización eficiente de la energía, e imanes permanentes que aportan energía logrando **hasta un 60% de ahorro** de energía.

Un sistema de propulsión sustituye los cables de tracción de acero convencionales por cintas flexibles de acero recubiertas de poliuretano. Entre otras cosas permiten un elevador más compacto eliminando el cuarto de máquina con la consiguiente disminución de costos de edificación, entregando a los arquitectos mayor libertad en el diseño y a los constructores un mayor control sobre el proceso de instalación. Un sistema que aumenta en un 50% la eficiencia energética en comparación con los sistemas convencionales, porque se necesitan motores más pequeños, de menor potencia, ya que el torque es menor por tener una polea de diámetro reducido.

Un funcionamiento más suave y silencioso se alcanza con estas cintas, que sumado a un equipo sin engranajes de baja inercia, motor síncrono e imanes

permanentes, supone un importante ahorro de energía y reducción de costos operacionales. Ni las cintas, ni el ascensor precisan lubricantes contaminantes, contribuyendo a la protección del medioambiente. Asimismo, al estar recubierta de poliuretano e interactuando con una polea de tracción sin ranurado, se obtiene menor desgaste y mayor vida útil de los componentes.

4.2. Tecnologías para el ahorro de Energía durante la vida útil del edificio

4.2.1. Luces de bajo consumo

Hacer mejoras en el sistema de iluminación es una de las maneras inmediatas de reducir el consumo de energía. En promedio, un edificio dedica el 20% de su presupuesto de energía a la iluminación. La utilización de las nuevas tecnologías de luminaria puede reducir el uso de energía utilizada para las mismas entre un 50% y un 75%.

4.2.1.1. Iluminación interior

Los tubos fluorescentes y lamparitas fluorescentes compactas (LFC), son más eficientes energéticamente que las lamparitas incandescentes tradicionales y duran hasta 4 veces más. Hoy en día, LFC ofrecen un color más claro y brillante que es comparable al de las lamparitas incandescentes y cuestan un poco más que las otras, se pagan por sí solas con el ahorro de energía que generan durante su vida útil.

Por otro lado, algunas formas de ahorrar energía en los espacios interiores que se aplican al caso del trabajo son:

- Considerar la instalación de temporizadores (timers), células fotoeléctricas o sensores de presencia para reducir la cantidad de tiempo en que las luces están encendidas.
- Usar iluminación local para tareas específicas; en vez de iluminar todo un cuarto, concentrar la luz en el lugar donde se necesita.
- Utilizar lámparas de noche mini-fluorescentes o electro luminiscentes. Ambos tipos de luces son mucho más eficientes que sus equivalentes incandescentes.

- Para lograr una iluminación de calidad y eficiente usar tubos fluorescentes y lamparitas fluorescentes compactas de alta eficiencia energética en el resto de las lámparas. Si se sustituye el 25% de las lámparas incandescentes que permanecen encendidas durante más horas al día, por lámparas fluorescentes se puede reducir hasta un 50% el consumo eléctrico por iluminación. Las LFC poseen entre un 20% y un 25% de la potencia de una incandescente al mismo nivel lumínico, siendo capaces de proporcionar el mismo nivel de iluminación, por lo que su consumo es un 75% u 80% inferior
- Utilizar bombillos LFC en todas las lámparas portátiles de piso y de mesa.
- Aprovechar la luz del día y utilizar cortinas claras y sueltas en las ventanas para permitir la entrada de la luz en las habitaciones y mantener al mismo tiempo la privacidad.
- Utilización de lámparas con tres niveles de iluminación, permite mantener un nivel de iluminación bajo cuando no es necesaria una gran intensidad de luz, de esta forma ahorrará energía.

4.2.1.2. *Iluminación exterior*

Cuando se compran luces para exteriores existen una gran variedad de productos, desde reflectores con detector de movimiento hasta luces alimentadas por pequeños módulos fotovoltaicos que convierten la luz solar directamente en electricidad.

Para el caso del presente trabajo algunas maneras de ahorrar energía en los espacios exteriores son:

- Utilizar luces exteriores con una unidad de célula fotoeléctrica o un detector de movimientos que solo se encienden durante la noche o cuando alguien está presente. La combinación de la célula fotoeléctrica y el detector de movimientos aumenta aún más el ahorro de energía.
- Apagar las lámparas decorativas exteriores.

4.2.2. Aparatos electrodomésticos y productos electrónicos

Los aparatos electrodomésticos representan aproximadamente un 20% del consumo total de energía en un edificio. Las Heladeras, los lavarropas y los secarropas encabezan la lista de consumo.

Cuando se compran aparatos electrodomésticos, se debe pensar en dos tipos de precios. El primero cubre el precio de compra y debe ser considerado como la cuota inicial. El segundo es el costo de operación del aparato durante su vida útil. Éste se pagará cada mes con la cuenta de energía durante los próximos 10 a 20 años, según lo que dure el electrodoméstico que se haya comprado. Los refrigeradores duran un promedio de 13 años; los lavarropas, aproximadamente 11 años y los lavaplatos, unos 9 años aproximadamente.

Comprar uno de estos electrodomésticos marcados con la etiqueta de ahorro energético implica hasta un 50% de ahorro en el consumo de energía. Esto se aplicará en el caso modelo a estudiar para los electrodomésticos considerados en el edificio.

4.2.3. Calefacción y aire acondicionado particulares agregados

Los sistemas de calefacción y aire acondicionado particulares agregados luego de la construcción del edificio utilizan más energía y gastan más dinero que cualquier otro electrodoméstico o equipo electrónico. Estos equipos también emiten grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera cada año, lo cual contribuye al cambio climático global. A su vez generan dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, los principales componentes de la lluvia ácida.

Algunas técnicas para el ahorro energético aplicables para el estudio del proyecto para el uso eficaz de la calefacción y el aire acondicionado son:

- Ajustar el termostato a una temperatura baja pero cómoda en el invierno y alta pero cómoda en el verano. Entre menor diferencia haya entre la temperatura en el termostato y la temperatura exterior menor será el consumo. Se puede ahorrar hasta 10% al año en los consumos de calefacción y aire acondicionado solo con bajar entre un 10% y un 15% el termostato durante 8 horas. Esto se logra sencillamente e incluso en forma automática, al instalar un control automático o un termostato programable.

- Considerar utilizar un ventilador interior en combinación con el aire acondicionado de ventana para hacer circular el aire frío de una forma más eficiente por todos los ambientes que se pretenden enfriar, sin que aumente en gran medida la energía que se utiliza.
- Si se compran aparatos nuevos seleccionar productos que sean eficaces en el uso de energía.

Una unidad de aire acondicionado muy grande para el lugar que supuestamente debe enfriar es menos efectiva y funciona con menor eficiencia que una unidad más adecuada para su espacio. Esto se debe a que las unidades en los cuartos funcionan mejor si están encendidos durante períodos relativamente más largos de tiempo que si se prenden y apagan en forma continúa.

4.2.4. La domótica para el ahorro de energía

La domótica es la automatización y control centralizado y/o remoto de aparatos y sistemas eléctricos y electrotécnicos en la vivienda. Los objetivos principales de la domótica son aumentar el confort, ahorrar energía y mejorar la seguridad.

Con estos sistemas se pueden controlar automáticamente, aunque también de forma manual, todos aquellos aparatos que se utilizan: luces, aire acondicionado, equipos de música, televisión, etc. Esta tecnología no tiene por qué aplicarse de forma global, se pueden instalar todos los dispositivos de una vez o ir instalándolos poco a poco, de acuerdo a las necesidades del momento y al presupuesto disponible.

- Iluminación: Gracias a unos sensores las luces se encienden sólo al entrar en las habitaciones. Un detector de presencia se encarga de encenderlas. También se puede regular la intensidad de luz o encender a intervalos los diferentes interruptores.
- Sistema de refrigeración: Se puede ejercer un control total sobre la climatización al poder regular la temperatura de cada estancia mediante la programación. Los nuevos dispositivos tienen también la opción de rebajar la temperatura interior si aumenta el calor en la calle.
- Calefacción: Mediante un crono-termostato digital se activa la calefacción cuando la temperatura atmosférica esté por debajo de la prefijada.

Por último, existen unos sensores, llamados "medidores IP", que son los encargados de transmitir al sistema informático cuál es el consumo específico de cada una de las áreas o de los distintos equipos. De este modo, es posible conocer la distribución exacta del gasto para hacer frente a la ineficiencia energética.

5. ANÁLISIS DE IMPACTO, CASO DE ESTUDIO

Luego de evaluar las técnicas existentes en el capítulo anterior y sus aportes para el ahorro energético se evaluará un caso particular para poder aplicar las mismas y apreciar la incidencia de su utilización.

En este capítulo se presenta una descripción del edificio a estudiar. Este es un caso real relevado para el cual se detallará la distribución de habitaciones e instalaciones que posee y se hará un breve resumen de sus características.

Luego se realiza una estandarización del Hotel con el fin de convertirlo en un caso más representativo del país que dará mayor relevancia al estudio a realizar. La estandarización consiste en tomar el caso real relevado y realizarle modificaciones para “transformarlo” en un caso que represente más al promedio de instalaciones destinadas al alojamiento temporario en el país. Para esto se vuelve a dar un detalle de las instalaciones y se describen las modificaciones realizadas.

Por último se presentan las modificaciones planteadas para la nueva construcción, se realizan los estudios energéticos pertinentes para finalizar realizando la comparación entre ambas opciones y su proyección a un futuro de 10 años.

5.1. Presentación del Caso de Estudio.

5.1.1. Caso Relevado

Para realizar el estudio que es objeto del presente trabajo se utilizó como ejemplo el Hotel Ushuaia situado en la calle Córdoba al 350 en la Capital Federal. Este hotel cuenta con 8 pisos destinados al albergue de huéspedes, 1 piso destinado a oficinas, almacenes y áreas de servicios, la planta baja donde se encuentra la recepción y el restaurante, y dos subsuelos donde se encuentran las salas de máquinas y depósitos.

Se trata de un Hotel 2 estrellas que posee 72 habitaciones con capacidad para albergar a 150 personas. El predio cuenta con un frente de 17,5 metros y un largo de 22,3 metros.

Tanto la ventilación como la calefacción son centrales a excepción de la planta baja que también cuenta con aires acondicionados particulares. El hotel cuenta

con una escalera de servicio y tres ascensores de los cuales dos son de uso general al público y el tercero es de uso exclusivo para el personal.

A continuación se realiza una descripción detallada del edificio, sus características e instalaciones.

5.1.1.1. Planta Baja

Como se mencionó anteriormente en la planta baja del Hotel se encuentran la recepción, la sala de estar y el restaurante.

Este piso cuenta con dos aires acondicionados Split situados en el área del restaurante de 12.000 frigorías/ hora cada uno. Este es el piso más iluminado del hotel ya que es donde se registra el mayor tráfico de personas en todo momento del día. Cuenta con:

- 4 luces de techo dicroicas de 55 Watts y dos lámparas de mesa incandescentes de 75 Watts en la zona de recepción,
- 3 lámparas de techo dicroicas de 55 Watts en la sala de estar y
- 15 lámparas de techo dicroicas de 55 Watts y 6 de pared de 55 Watts en el restaurante también dicroicas.

5.1.1.2. Primer a octavo piso

En estos pisos se encuentran las habitaciones del Hotel. Cada piso cuenta con 9 habitaciones, 5 en el frente y 4 en el contra frente del edificio, separadas por un pasillo general a todas. Las 5 habitaciones del frente son ligeramente más grandes que las demás y cuentan con ventiladores de techo, todas tienen calefacción y ventilación central únicamente.

Las habitaciones cuentan con un televisor de 21" y un secador de pelo cada una pero ninguna de ellas cuenta con heladeras u otro aparato eléctrico. Cada habitación cuenta con una ventana tradicional que da al exterior. Todas poseen baño privado con ducha y extractores.

La iluminación está provista por la luz del baño (halógena de 100 Watts), una lámpara central en la habitación (3 lamparitas incandescentes de 100 Watts cada una), un foco en la entrada al cuarto (incandescente de 75 Watts) y una, dos o

tres lámparas de noche (incandescentes de 75 Watts) según sean habitaciones simples, dobles o triples respectivamente.

Los pasillos de uso general poseen 5 lámparas de tres focos incandescentes de 100 Watts cada una distribuidas en toda su longitud y comenzando desde el hall de salida de los ascensores.

5.1.1.3. Noveno piso

En el noveno piso se encuentran las oficinas administrativas, almacenes de productos de limpieza y ropa blanca, instalaciones de servicio para los empleados y la lavandería.

Tal como se comentó para los pisos de habitaciones en este nivel todas las ventanas son convencionales y dan al exterior, la calefacción y ventilación son centrales.

Las oficinas se encuentran iluminadas por 5 lámparas de techo con focos incandescentes de 100 Watts y 5 lámparas incandescentes de escritorio de 75 watts. Los pasillos cuentan con 5 luces incandescentes de techo, distribuidas en todo su largo de 100 Watts. Las oficinas no cuentan con ventiladores de techo ni aparatos electrodomésticos.

Los almacenes poseen una luz de techo con 3 lamparitas incandescentes de 100 Watts cada una al igual que las instalaciones de servicio para los empleados. La lavandería se encuentra actualmente fuera de servicio y está diseñada para contener 3 lavarropas y 3 secarropas de alta capacidad que serían los necesarios para el tamaño del Hotel. Su iluminación consta de 3 lámparas de techo incandescentes de 100 watts cada una.

Los pasillos de este piso se encuentran iluminados de igual manera a los pasillos de habitaciones.

5.1.1.4. Ascensores y escaleras

Este Hotel cuenta con 3 ascensores, 2 de ellos de uso general y 1 de uso exclusivo para el personal. Los primeros dos cuentan con una capacidad máxima de 4 personas cada uno y el tercero de 3 personas.

El Hotel posee una escalera de servicio que comunica todos los pisos del edificio. En cada piso y cada descanso (a mitad de recorrido entre piso y piso) se encuentra una lámpara halógena de 100 Watts.

5.1.1.5. Subsuelos

Los subsuelos están destinados a las salas de máquinas, depósitos y cocina para el personal. En el primer subsuelo se encuentran las calderas, bombas y compresores y en el segundo subsuelo se encuentran depósitos variados de materiales.

Las calderas están destinadas a la generación de agua caliente para el consumo y para la calefacción central. Los compresores se utilizan para la ventilación central.

La cocina cuenta con una heladera, un microondas y una cafetera para uso general del personal.

5.1.1.6. Gastos energéticos del caso relevado

Los gastos energéticos del caso estudiado fueron obtenidos de las facturas de electricidad del establecimiento. Estos datos son los utilizados para evaluar la valides del modelo teórico que se presentará a continuación como método para evaluar gastos y ahorros energéticos.

A continuación se observa una tabla con los consumos reales del Hotel obtenidos de las facturas de electricidad de los años 2007 y 2008:

Bimestre	Consumo (en Mwh)
Enero – Febrero 2007	67,1
Marzo – Abril 2007	57,8
Mayo – Junio 2007	50,3
Julio – Agosto 2007	44,8
Septiembre – Octubre 2007	48,5
Noviembre – Diciembre 2007	57,8
Total 2007	326,3
Enero – Febrero 2008	69,0

Marzo – Abril 2008	59,7
Mayo – Junio 2008	54,1
Julio – Agosto 2008	46,6
Septiembre – Octubre 2008	55,9
Noviembre – Diciembre 2008	61,5
Total 2008	346,9

La siguiente tabla es un resumen de los gastos del Hotel calculados teóricamente en función de las instalaciones relevadas. La tabla completa puede verse en el Anexo IV.

	Consumo Total diario (Kwh)	Consumo Total Mensual (Kwh)	Consumo Total Anual (Mwh)
Planta Baja	63	1.892	16,3
1 ^{er} a 8 ^{vo} Piso	815,4	24.462	276,3
Noveno Piso	17,8	534	6,41
Ascensores y Escaleras	6,83	205	2,5
Subsuelos	423,4	12.703,3	152,4
TOTAL			453,9

También se debe tener en cuenta que previo a la comparación directa algunos valores calculados serán afectados por el índice de ocupación del Hotel. Por ejemplo, la iluminación de las habitaciones en enero de este año se multiplicará por un 0,821 correspondiente al 82,1% de la ocupación de las habitaciones en dicho mes. Si luego de afectar los consumos teóricos calculados la diferencia entre estos y los consumos reales no supera una proporción del 10% entonces se considerará que el estudio de consumos es correcto

La tabla que se agrega debajo contiene el índice de ocupación de las habitaciones en los meses desde Noviembre de 2006 a Diciembre de 2008. Para el estudio se utilizarán los años 2007 y 2008 completos. Estos índices se utilizarán para los ajustes mencionados.

Mes	Ocupación	Mes	Ocupación
Noviembre 2006	87,7%	Diciembre 2007	86,4%
Diciembre 2006	80,5%	Enero 2008	82,1%
Enero 2007	71,3%	Febrero 2008	86,9%
Febrero 2007	84,0%	Marzo 2008	91,7%
Marzo 2007	90,1%	Abril 2008	91,6%
Abril 2007	89,5%	Mayo 2008	90,2%

Mayo 2007	87,8%	Junio 2008	94,5%
Junio 2007	90,5%	Julio 2008	97,3%
Julio 2007	94,8%	Agosto 2008	93,2%
Agosto 2007	88,4%	Septiembre 2008	94,0%
Septiembre 2007	88,8%	Octubre 2008	97,6%
Octubre 2007	92,0%	Noviembre 2008	98,0%
Noviembre 2007	92,2%	Diciembre 2008	92,5%

A continuación se afectan los cálculos realizados por los índices de la Tabla de Ocupaciones. Para esto se debe tener en cuenta que no todas las instalaciones se ven afectadas por la ocupación, por ejemplo, en la recepción durante el verano el aire acondicionado estará encendido independientemente de la cantidad de personas que se encuentren hospedadas.

La siguiente tabla es un resumen donde se pueden ver los resultados. La tabla completa puede encontrarse en el anexo IV.

	Consumo Total 2007 (MWh)	Consumo Total 2008 (MWh)
Planta Baja	16,3	16,3
1 ^{er} a 8 ^{vo} Piso	179,5	186,6
Noveno Piso	6,4	6,4
Ascensores y Escaleras	2,3	2,4
Subsuelos	152,4	152,4
TOTAL	356,9	364,1

A continuación con el total de la tabla se corroborará si estos estimados son correctos comparándolos con el dato de las facturas del Hotel. Cabe destacar que teniendo el dato de las facturas este procedimiento se realizó con el fin de aplicar un cálculo similar en el siguiente apartado del trabajo habiendo corroborado que el mismo es certero.

A continuación se comparan los consumos reales frente a los estudiados:

Año	Consumo Real (en Mwh)	Consumo Teórico (en Mwh)	Diferencia
2007	326,3	356,9	9%
2008	346,9	364,1	5%

Se puede observar que el caso calculado teóricamente da una diferencia menor al 10% comparado con las facturas reales, siendo menor el error cuando mayor es el porcentaje de ocupación, es decir cuando los consumos variables se acercan al 100% del uso. Considerando aceptable frente al consumo real obtenido de las facturas se considera que el caso es válido como comparación para las evaluaciones que se realizarán en los próximos apartados del trabajo.

5.1.2. Caso Estandarizado

Este edificio corresponde a una estandarización del mencionado anteriormente en el apartado 6.1.1. El objetivo es llevar el caso a uno estándar de Hotel en la Argentina lo cual resultará más significativo para su estudio. No se modificará el tamaño del Hotel simplemente se llevaran sus instalaciones a aquellas que poseen los hoteles comúnmente en el país. La comparación de los gastos energéticos contra el caso ecoeficiente se hará con este edificio estandarizado.

Para este fin se considerará entre otras cosas que todas las habitaciones poseen heladeras de pequeño tamaño para uso de los huéspedes, secadores de pelo, aire acondicionado central e individual. Los pasillos también cuentan con refrigeración central, y se considerará una mayor cantidad de lámparas, siendo en vez de 3 por pasillo 5 por pasillo. A continuación se describen las modificaciones consideradas en detalle.

5.1.2.1. Plata Baja

Para este piso se proponen los siguientes cambios:

- Se considera un tercer aire acondicionado en el área de la recepción. Para continuar con las características del caso de estudio se considerará que el tercer equipo es de similares características a los otros dos es decir de 12.000 frigorías/ hora cada uno.
- Como se mencionó este es el piso más iluminado del hotel sin embargo los ambientes son relativamente oscuros. Para llevar estos ambientes a un caso estándar se agregarán algunas luces. Se considerarán 5 luces de techo dicroicas de 55 Watts y 3 lámparas de incandescentes de 75 Watts en la zona de recepción, 5 lámparas de techo dicroicas de 55 Watts en la

sala de estar y 20 lámparas de techo dicroicas de 55 Watts y 10 de pared de 55 Watts en el restaurante también dicroicas.

5.1.2.2. Primer a octavo piso

Estos pisos llevan el mayor número de cambios para llevarlos a su estandarización:

- Se considerará que todas las habitaciones cuentan con un televisor y una heladera pequeña (tipo mini bar) de 1Kwh de consumo aproximado diario, 1 secador de pelo y un aire acondicionado particular de 3000 frigorías/h (adicional al ventilador de techo).
- Con respecto a la iluminación de las habitaciones se considera un bombillo adicional central en la habitación incandescente de 100 Watts similar a la existente.
- Para los pasillos que poseen 5 lámparas incandescentes de tres focos de 100 Watts cada una, distribuidas en toda la longitud y comenzando desde el hall de salida de los ascensores, se agregan dos más similares en cada piso

5.1.2.3. Noveno Piso

Para este piso:

- Se agrega un aire acondicionado individual en la zona de las oficinas de 6000 frigorías/h y 2 ventiladores de techo similares a los de las habitaciones
- Para los pasillos al igual que en los pisos de las habitaciones se consideran 7 luces incandescentes de techo, distribuidas en todo su largo de 100 Watts.
- Como se mencionó, en el caso de estudio la lavandería se encuentra fuera de servicio. Se considerará que funciona en su máximo dimensionamiento, es decir con 3 lavarropas y 3 secarropas de (0,6 Kw y

5 Kw de Potencia cada uno respectivamente) de alta capacidad que son los necesarios para el tamaño del Hotel.

5.1.2.4. Ascensores y escaleras

La única modificación que se tendrá en cuenta para la estandarización del modelo es la consideración de un ascensor extra de similares características a los dos ya existentes para uso general. Se recuerda que los ascensores mencionados tienen capacidad para 4 personas. De esta manera el Hotel poseerá 3 ascensores de uso general con capacidad para 4 personas y 1 ascensor para uso exclusivo del personal con capacidad para 3 personas.

En la escalera de servicio se mantiene la iluminación existente donde en cada piso y cada descanso (a mitad de recorrido entre piso y piso) se encuentra una lámpara halógena de 100 Watts.

5.1.2.5. Subsuelos

Para los subsuelos no se realizarán modificaciones ya que se encuentran dentro de los parámetros estándar para este tipo de edificaciones. Como se mencionó anteriormente están destinados a las salas de máquinas, depósitos y cocina para el personal.

5.1.2.6. Gastos energéticos del caso estandarizado

Al igual que en el caso estudiado se realiza en este apartado un listado de las instalaciones que consumen energía eléctrica del Hotel para calcular dicho consumo.

Para este caso no se realizará la ponderación por el índice de ocupación ya que se estudia el “peor” de los casos energéticos que sería el Hotel funcionando al 100% de su capacidad.

La siguiente tabla es un resumen de estos consumos. La tabla completa puede encontrarse en el Anexo IV:

	Consumo Total Anual (MWh)
<i>Planta Baja</i>	23,7
<i>Primero a Octavo Piso</i>	329,3
<i>Noveno Piso</i>	110,1
<i>Ascensores y escaleras</i>	3,0
<i>Subsuelos</i>	152,4
TOTAL	618,5

5.1.3. Caso Modelo

A continuación se describe el caso hipotético de un Hotel de similares característica al caso estandarizado pero suponiendo que ha sido construido y que opera con las técnicas de ecodiseño. Para esto es importante conocer las variables que influyen en el consumo de energía eléctrica de los hoteles.

En los meses de verano cuando las temperaturas exteriores son elevadas y los niveles de confort deben ser los mismo una de las variables de mayor incidencia en el consumo es el clima. En ocasiones se puede consumir en una misma habitación hasta 10 veces más energía en verano comparándolo con el consumo de invierno.

En función de la categoría del Hotel y de la instalación turística son diferentes los estándares de calidad y oferta que debe recibir el cliente. El nivel de equipamiento tecnológico no es el mismo, por ejemplo, en hoteles hasta 3 estrellas se utilizan equipos climatizadores de ventana de menor eficiencia que los equipos centralizados utilizados en hoteles 4 y 5 estrellas.

En conclusión, el máximo consumo de energía de una habitación lo representa la climatización (42%) seguido por la iluminación (36%), y en ambos casos el consumo o no de la energía eléctrica depende del régimen de explotación a que es sometida, la cantidad de turistas y el tiempo de estancia en ella, costumbres y hábitos de consumo de cada turista. A continuación se encuentran los motores, elevadores, refrigeradores y servicios de lavandería, cada uno consume entre un 5-7% de la energía total.

Se buscará para este caso aplicar un plan de medidas que consigan:

- Un ahorro de aproximadamente 25% en climatización y refrigeración realizando una mejora de las condiciones ambientales para lograr

eficiencia en equipos y la automatización del consumo de energía en los equipos de clima.

- Un ahorro de aproximadamente 30% en iluminación mediante la sustitución de parte de la luminaria común por lámparas ahorradoras.
- Un ahorro de aproximadamente 10% para el resto de los consumos eléctricos.

5.1.3.1. Edificación en General

Con respecto a este punto cabe destacar que existen infinidad de técnicas que contribuyen al ahorro energético durante la construcción sin embargo para este trabajo se tomarán en cuenta aquellas que se aplican durante la construcción pero generan ahorros durante la vida útil del edificio.

Durante la construcción se equiparán los baños con duchas de bajo consumo para reducir el agua caliente empleada. Por otro lado se colocarán ventanas de cristal doble con un revestimiento de baja emisividad calorífica en los cristales que reflejan el calor. Estas ventanas reducen el costo de aire acondicionado y calefacción entre un 10% y 15%. Se realizará la instalación de burletes en las ventanas para reducir la pérdida de calor entre un 25% y un 50% por lo que se considerará una reducción conjunta del costo de refrigeración en un 20%.

El costo de estas ventanas no es considerablemente mayor al de una ventana convencional, por lo tanto la inversión se recupera en el período de un año. El costo adicional de los burletes es despreciable frente a las inversiones realizadas.

En la terraza se colocará una instalación de paneles fotovoltaicos cuyo funcionamiento estará destinado al calentamiento del Agua Corriente Sanitaria (ACS). La terraza del edificio cuenta con una superficie de 17 mts de ancho por 22 mts de profundidad.

En cuanto a la generación de agua caliente para usos sanitarios, hay dos tipos de instalaciones: las de circuito abierto y las de circuito cerrado. En las primeras, el agua de consumo pasa directamente por los colectores solares. Este sistema reduce costos y es más eficiente energéticamente hablando. Una ilustración sencilla de su funcionamiento puede observarse en la imagen 5 a continuación:

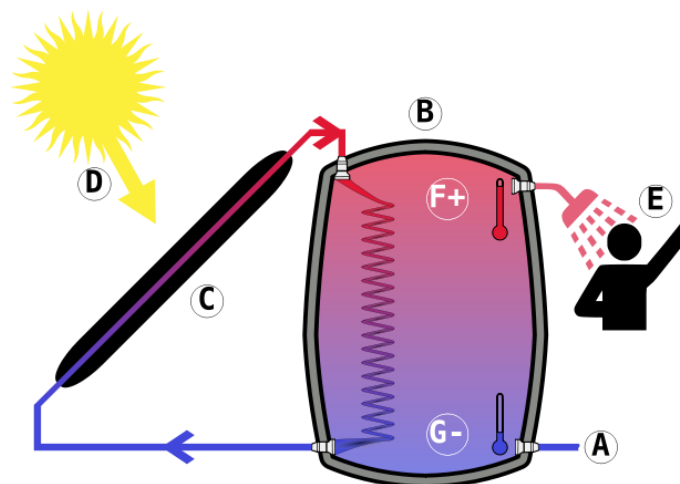


Imagen 5

Estos sistemas están compuestos por un depósito de unos 150 litros de capacidad y dos colectores de un 1 metro cuadrados cada uno. Pueden suministrar el 100% de las necesidades de agua caliente anual para 6 personas, dependiendo de la radiación y el uso. Estos sistemas evitan la emisión de hasta 4,5 toneladas de gases nocivos para la atmósfera. El costo de estos equipos es de aproximadamente \$6.000 (incluyendo la instalación) y la vida útil de puede superar los 30 años con un mantenimiento mínimo, dependiendo de factores como la calidad del agua.

Teniendo en cuenta que el Hotel puede albergar hasta 150 personas se deberían colocar 30 equipos. Sin embargo el sistema de captación solar no se dimensionará para la máxima ocupación posible del Hotel ya que en este caso contaría con capacidad ociosa en algunos meses del año. El sistema será diseñado para abastecer al 70% posible de ocupación, y el resto será calentado cuando sea necesario por sistemas de gas. De esta manera se dimensionará para 105 persona, esto requerirá de la instalación de 18 equipos.

Cabe destacar que no es necesario colocar un tanque para cada uno sino q puede colocarse un tanque recolector de agua de mayor capacidad que acumule el agua caliente de varios sistemas de paneles. Esto disminuye el costo de las instalaciones. Suponiendo que se coloca un tanque cada 3 sistemas de 450 L de capacidad el costo de los 3 sistemas en conjuntos se reduce a \$13.500. A su vez estos sistemas están fabricados de manera tal que los paneles quedan suspendidos por una estructura por sobre los tanques colectores de manera que la superficie total ocupada son los 2m² de los paneles de cada sistema. Para instalar los 18 necesarios se requieren 36 m². La terraza cuenta con una superficie mucho mayor a la requerida haciendo viable el proyecto.

También debe mencionarse que el Gobierno Argentino actualmente subvenciona proyectos de ahorro energético hasta en un 50% y se considerará para este proyecto que se ha conseguido la subvención del 40% de los costos. De esta manera la tabla de costos queda de la siguiente manera:

Costo Unitario (\$)	Costo x 3 Unidades (\$)	Costo Total 6 x 3 (\$)	Costo Total con Subvención (\$)
6.000	13.500	81.000	48.600

El costo de calentar el agua caliente sanitaria bimensual para 6 personas está calculado en aproximadamente en 30\$ (Dato Edesur). Por lo tanto para 105 personas este gasto asciende a 525\$ bimensuales y 3.150\$ anuales. Teniendo en cuenta esto el tiempo de recupero de la inversión será de un poco menos de 15 años. Para los restantes 15 años estimados de vida del sistema se considerará una ganancia anual por dicho valor.

Se utilizará un sistema de calefacción central por suelo radiante. Como se mencionó en el punto 5.1.5. con el objetivo de reducir el consumo energético del edificio, se dejará sin servicio de calefacción a los pasillos, y todas aquellas zonas consideradas zonas de paso. Sin embargo, debido al uso de calefacción por suelo radiante, estas zonas se beneficiarán del paso de las tuberías emisoras por ellas. En el diseño de la instalación se considera una temperatura de confort de 20°C. Se considera que este sistema generará un ahorro del 15% del consumo.

También se utilizará un sistema de aire acondicionado central como se explico en el punto 5.1.6. Esto generará un ahorro del 40% en los consumos de refrigeración.

5.1.3.2. Plata Baja

Como se mencionó en el punto 7.1.2.1 las Instalaciones para este piso son:

- 3 aires acondicionado en el área de la recepción de 12.000 frigorías/ hora cada uno.
- 5 luces de techo dicroicas de 55 Watts y 3 lámparas de incandescentes de 75 Watts en la zona de recepción, 5 lámparas de techo dicroicas de 55 Watts en la sala de estar y 20 lámparas de techo dicroicas de 55 Watts y 10 de pared de 55 Watts en el restaurante también dicroicas.

El aire acondicionado del caso como se mencionó en el punto anterior será central. Representará el mismo confort del caso estándar pero consumirá un 40% menos de energía.

Para lograr una iluminación similar pero obtener un ahorro energético se reemplazan todas las luces dicróicas por focos fluorescentes compactos de manera que el equivalente lumínico sea el mismo pero el ahorro representa el 80%.

5.1.3.3. Primer a octavo piso

Para las instalaciones mencionadas en el punto 6.1.2.2 se considerarán los siguientes puntos:

- Todas las habitaciones cuentan con un televisor y una heladera pequeña (tipo mini bar) de bajo consumo y 1 secador de pelo.
- Poseen aire acondicionado particular pero se considera que su uso se reduce en un 50% ya que se cuenta con uno central que mantiene la temperatura de confort.
- Con respecto a la iluminación se reemplazarán todas las luces incandescentes por sus equivalentes lumínicos en lámparas fluorescentes compactas, exceptuando las lámparas de noche y las luces halógenas de los baños.

Por otra parte todas las habitaciones contarán con un sistema tecnológico mediante el cual la corriente en la habitación se corta si la llave de la misma no se inserta en un dispositivo cuando la persona ingresa. Es decir, si los huéspedes no se encuentran en la habitación la electricidad se corta. De esta manera se evita que las luces queden encendidas innecesariamente y que los aparatos eléctricos consuman energía en su estado “stand by”. El único aparato que continuará recibiendo corriente eléctrica será el refrigerador.

5.1.3.4. Noveno Piso

En este piso se adoptarán las siguientes medidas:

- El aire acondicionado será central en la zona de las oficinas. Se mantendrán los 2 ventiladores de techo similares a los de las habitaciones
- La luminaria de los pasillos y techos al igual que en los casos anteriores será reemplazada por su equivalente lumínico en focos fluorescentes compactos de bajo consumo.
- Los 3 lavarropas y 3 secarropas serán de bajo consumo. El costo de estos electrodomésticos es levemente superior pero se ha calculado que su ahorro permite un retorno de la inversión en 2 años.

5.1.3.5. Ascensores y escaleras

En la escalera de servicio se mantiene la iluminación existente donde en cada piso y cada descanso (a mitad de recorrido entre piso y piso) se encuentra una lámpara pero en este caso se colocarán lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo.

Como se mencionó en el punto 6.1.2.4 el Hotel poseerá 3 ascensores de uso general con capacidad para 4 personas y 1 ascensor para uso exclusivo del personal con capacidad para 3 personas. Sin embargo, para este caso se elegirán ascensores de bajo consumo como se describieron en el punto 5.1.7 que sumados a un sistema inteligente de funcionamiento permiten un ahorro de energía de hasta un 60%. Su costo es 30% superior a los ascensores convencionales pero su vida útil es el doble (alrededor de 100 años) y su mantenimiento es inferior. De esta manera los fabricantes estiman un recupero de los costos en un período aproximado de 6 años.

5.1.3.6. Subsuelos

En el primer subsuelo se encuentran las calderas, bombas y compresores. Para los últimos dos no se consideran cambios en el régimen de funcionamiento, sin embargo se instalará una caldera de menor potencia ya que se disminuye casi en su totalidad la necesidad de la misma para el calentamiento del Agua Caliente Sanitaria y se reduce el área de calefacción al eliminar los pasillos y áreas de paso.

La cocina cuenta con una heladera de bajo consumo, un microondas y una cafetera para uso general del personal.

5.1.3.7. Gastos energéticos del caso modelo

Para calcular los gastos energéticos de este caso se realizó un estudio de la potencia instalada mencionada al igual que en los casos anteriores.

Para tal fin se construye la que puede encontrarse en el Anexo IV. En ella se puede apreciar una lista de las instalaciones que consumen energía dentro del hotel junto con su potencia expresada en Kw y su frecuencia de uso. Por último se calcula el consumo total anual.

Para poder realizar la comparación con el caso anterior se realizó una tabla similar (la versión completa se puede encontrar en el Anexo IV) y se afectaron los consumos energéticos por los índices mencionados durante todos los puntos del inciso 6.1.3. Se mantuvieron las frecuencias de uso estimadas para el punto anterior para que la comparación sea válida.

A continuación se presenta el resumen de los gastos energéticos para el caso modelo:

	Consumo Total Anual (MWh)
<i>Planta Baja</i>	9,0
<i>Primero a Octavo Piso</i>	149,0
<i>Noveno Piso</i>	52,6
<i>Ascensores y escaleras</i>	0,9
<i>Subsuelos</i>	113,1
TOTAL	336,7

5.2. Comparación de los casos

El presente trabajo que pretende estudiar el ahorro energético en un caso aplicando técnicas de Ecodiseño. Los casos que se han comparado son el descrito en el punto 6.1.2 llamado “caso estandarizado” y el detallado en el punto 6.1.3, “caso modelo”.

Para medir este ahorro se realizará en primera instancia una comparación directa entre los gastos calculados en los puntos anteriores. La siguiente tabla muestra los resultados de consumos energéticos obtenidos en los casos estudiados:

	Caso Estandarizado	Caso Modelo
Consumo (KWH)	618.505	336.754

Como se puede apreciar el caso modelo requiere un 45% menos de consumo energético que el caso estandarizado.

Por otra parte se debe calcular que si se realizan los cambios necesarios en la aislación del edificio los gastos relacionados a ventilación, calefacción y aire acondicionado se reducen en un 50% como se mencionó en los apartados anteriores. Esto arrojaría los siguientes resultados:

	Caso Estandarizado	Caso Modelo
Consumo (KWH)	618.505	296.680

Se puede apreciar que en este caso donde se han aplicado la totalidad de las medidas de ahorro posible el porcentaje se incrementa a un 52%

5.3. Proyección de los Resultados

Este apartado se realiza con el objetivo de cuantificar los resultados a futuro. Este cálculo se realizará en función del crecimiento del sector proyectado para los próximos 10 años.

5.3.1. La Edificación Hotelera en la Argentina

La Cámara Argentina de la Construcción ha sostenido desde siempre la necesidad de la inversión en infraestructura y vivienda como medio irremplazable para el desarrollo sustentable y continuado.

El auge turístico favorecido por la relación del tipo de cambio experimentado en los últimos años impulsa la realización de nuevos proyectos hoteleros. En la

Argentina este crecimiento se ve acompañado por la incorporación de cadenas internacionales y el desarrollo de emprendimientos con capitales nacionales. Desde grandes proyectos hasta pequeños emprendimientos, todos buscan captar una porción de la demanda turística creciente.

Los hoteles cinco estrellas son parte de un segmento en marcado crecimiento, grandes inversores locales y extranjeros apuestan al mismo para sus proyectos. Estos hoteles se idean como un proyecto que incluye residencias, centros comerciales y oficinas.

Asimismo, han surgido en el interior grupos interesados en proyectos que asocian entretenimiento y turismo uniendo casinos con infraestructura hotelera. La sinergia entre ambas actividades genera entonces el crecimiento de los respectivos negocios.

Existe también un creciente interés por parte de inversionistas en lugares aún no muy difundidos, al evaluar que serán solicitados por su carácter exótico o por estar en una zona de crecimiento turístico en el corto o mediano plazo. Por ejemplo el auge del turismo enológico en el caso de Mendoza, donde las bodegas tienden cada vez más a ofrecer servicios de alojamiento que se complementan con experiencias en los viñedos o visitas a las instalaciones.

Otro ejemplo de este caso son los cotos de caza que cada vez son más comunes en provincias como La Pampa donde se ofrece la combinación de servicio de hospedaje con el de actividades de caza de distintas especies.

5.3.2. Proyecciones para los próximos 10 años

El análisis de los ciclos económicos argentinos y sus efectos sobre los sectores permiten inferir el crecimiento de estos últimos suponiendo el caso de que las hipótesis formuladas (de mantenimiento o fluctuación) sobre los factores que afectan a la economía se cumplan. En el presente capítulo se busca establecer mediante proyecciones el crecimiento esperable aproximado en Infraestructura Hotelera para el periodo 2011 a 2021.

Los factores que se evaluarán para realizar las proyecciones son la **Evolución del PBI referido a Hoteles** (explicado en el siguiente párrafo), como variable vinculada al desarrollo económico, y el **Crecimiento Turístico** en el país, vinculado de manera directa a la expansión hotelera teniendo en cuenta la relación demanda/ oferta del sector.

El INDEC discrimina dentro del PBI total anual aquel específicamente vinculado al sector Hotelero y de Restaurantes. Este factor que llamaremos PBI* ha presentado un crecimiento continuado desde el 2003 hasta el 2008. En la siguiente tabla se reflejan estos incrementos como variación porcentual respecto a la cantidad de establecimientos del año anterior:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Prom.
Hoteles y Restaurantes	12,2%	11,8%	14,1%	10,3%	13,9%	11,1%	12,2%

Se puede observar que el crecimiento es sostenido y registra un promedio para los 6 años de 12.2%. Al momento de generar las proyecciones se trabajará bajo el supuesto de que este factor mantiene su crecimiento durante los próximos 10 años. Se adoptará para esto un porcentaje conservador del 3% de crecimiento anual, teniendo en cuenta que en los últimos 5 años no ha bajado de un 10% y que este valor es menor a la mitad del promedio. Se toma un 3% también porque se asume la hipótesis de que luego de un ciclo de crecimiento continuo este tenderá a estabilizarse durante los próximos 10 años y a disminuir teniendo en cuenta que el entorno político económico actual del país hará reducir las inversiones.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, el turismo se ha visto incrementado todos los años desde el 2003. Según un informe del Indec, en 2007 arribaron al país alrededor de 4,5 millones de turistas, un 12% más que en el 2006. A su vez durante los 3 años anteriores, desde el 2003 hasta el 2006, también se registraron incrementos anuales del 15%, 16% y 14% respectivamente. Considerando que el tipo de cambio se mantiene constante, con variaciones no mayores al 15% de disminución o con alteraciones que benefician al dólar frente al peso, la Secretaría de Turismo de la Nación proyecta que este crecimiento anual se mantenga entre un 8% y un 12% por los próximos 10 años.

En la siguiente tabla se reflejan estos incrementos como variación porcentual respecto a del año anterior de la cantidad de turistas que ingresaron al país:

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Prom.
Turismo	13,3%	14,9%	16,4%	14,3%	12,7%	11,5%	13,9%

Nuevamente se puede observar que el crecimiento es sostenido y el promedio es de 13.9%. Lo que sustenta la hipótesis de que se mantendrá el crecimiento de las edificaciones hoteleras y que el porcentaje del 3% continua siendo un valor conservador.

Se poseen datos del INDEC para la cantidad de Hoteles⁵ registrados existentes y en funcionamiento en la Argentina a partir de 2004 y hasta 2008 y se presentan en la tabla siguiente a partir de la cual se comenzará la proyección:

Año	Cantidad de Hoteles	Total país
2004	4409	11,80%
2005	5030	14,10%
2006	5548	10,30%
2007	6320	13,90%
2008	7021	11,10%

Utilizando el índice de 3% que se eligió al comienzo del capítulo para la proyección se procede a realizar la misma generando un aumento en esta proporción con respecto al año anterior utilizando la cantidad total de instalaciones Hoteleras del país.

Año	Cantidad de Hoteles	Total país
2004	4409	11,80%
2005	5030	14,10%
2006	5548	10,30%
2007	6320	13,90%
2008	7021	11,10%
2009	7232	3,00%
2010	7449	3,00%
2011	7672	3,00%
2012	7902	3,00%
2013	8139	3,00%
2014	8383	3,00%
2015	8635	3,00%
2016	8894	3,00%
2017	9161	3,00%
2018	9436	3,00%
2019	9719	3,00%
2020	10010	3,00%

⁵ Para el INDEC la definición de Hotel comprende: Alojamiento en establecimientos turísticos colectivos:
 - Categorías 4 y 5 estrellas, que comprende los hoteles, apart hoteles, hoteles de playa, clubes residenciales y establecimientos similares con servicios incluidos en estas categorías.
 - Categorías 1, 2 y 3 estrellas, que incluye hoteles, pensiones, casa de huéspedes, albergues, residencias para turistas y alojamientos similares con servicios hoteleros incluidos en estas categorías.

Se puede observar que para el año 2020 se habrá incrementado en aproximadamente un 34% la cantidad de Hoteles del país con respecto al año 2010.

Vale aclarar que estas proyecciones se realizan de manera conservadora ya que si de esta manera el impacto del estudio resulta beneficioso se considera que cualquier escenario mejor también lo será.

Para realizar las proyecciones de ahorro energético para el parque hotelero proyectado anteriormente se tomarán las siguientes consideraciones antes de plantear los escenarios a comparar:

- se asume que todos los nuevos Hoteles y establecimientos destinados al hospedaje transitorio serán de características similares al caso estudiado ya que, siendo este de tamaño intermedio para este tipo de construcciones, se considera que representa un caso promedio entre pequeñas edificaciones y grandes complejos hoteleros.
- se considera que los ahorros energéticos son proporcionales al tamaño de edificio por lo tanto se considera el ahorro cuantificado para el caso de estudio un promedio representativo.
- Se considera que el total de ahorro se reparte proporcionalmente según el proporcional de gasto de cada consumo. Para esto se toma los valores indicados por el INDEC sobre el reparto de los consumos en edificaciones hoteleras. Este indica que el 40% del consumo se utiliza para Calefacción, ventilación y Aire Acondicionado (CVAC); el 20% es para iluminación; el 10% es para agua caliente; el 5% corresponde a las bombas y el 25% restante agrupa el resto de los gastos como lavandería, electrodomésticos, ascensores, etc.
- Se denominaran los edificios según las siguientes clasificaciones:
 - ANTIGÜEDAD:
 - E: para aquellos hoteles ya existentes y en funcionamiento antes del 2010
 - N: para aquellos hoteles que se ponen en funcionamiento luego del 2010
 - EFICIENCIA ENERGÉTICA:
 - 1: para aquellos edificios que no adoptan técnicas de ahorro energético; **0% de ahorro.**

- 2: para aquellos edificios que adoptan parcialmente técnicas de ahorro. Se realizan cambios en la aislación e iluminación; **36% ahorro**; considerando según lo visto en los puntos anteriores que los cambios en el aislamiento generan un 50% de ahorro sobre el total del consumo destinado a CVAC y la mejora en la iluminación puede generar un 80% del ahorro destinado a esta.
- 3: para aquellos edificios que aplican la totalidad de las opciones de ahorro energético; **52% de ahorro**.

Teniendo en cuenta estas clasificaciones podemos decir que un edificio clase E podrá ser categoría 1 o 2 con respecto al ahorro energético, ya que consideramos que no es una opción hacer cambios significativos en su estructura, mientras que un edificio N puede pertenecer a las categorías 1, 2 o 3 indistintamente dependiendo de las pautas adoptadas al momento de su construcción y puesta en marcha.

Según lo anterior los escenarios a comparar serán una combinación en la proporción de hoteles E1, E2, N1, N2 y N3. El ahorro variará en función de la proporción de cada uno de estos y el total de la suma de los escenarios será el total de hoteles proyectado para cada año. Por ejemplo para el año 2010 podemos decir que:

$$E1 + E2 + N1 + N2 + N3 = 7.449 \text{ HOTELES}$$

Esta ecuación variará cada año incrementando el valor total de la suma de N1 + N2 + N3 hasta llegar al año 2020 a ser:

$$E1 + E2 + N1 + N2 + N3 = 10.010 \text{ HOTELES}$$

También se sabe que E1 + E2 representan el parque construido hasta 2009 igual a 7232 hoteles y que N1 + N2 + N3 será el incremento anual comenzando por 217 hoteles en el 2010 y llegando a 2778 en el 2020. Es decir:

	E1 + E2	N1 + N2 + N3	TOTAL
2010	7232	217	7449
2011	7232	440	7672
2012	7232	671	7902
2013	7232	908	8139
2014	7232	1152	8383
2015	7232	1403	8635
2016	7232	1662	8894

2017	7232	1929	9161
2018	7232	2204	9436
2019	7232	2487	9719
2020	7232	2778	10010

También podemos decir que energéticamente hablando:

E2 = 0,64 E1 (E2 representa un edificio existente con aplicación de técnicas que ahorran un 36% de energía)

N2 = 0,64 N1 (N2 representa un edificio nuevo con aplicación de técnicas que ahorra un 36% de energía)

N3 = 0,48 N1 (N3 representa un edificio nuevo con aplicación de técnicas que ahorran un 52% de energía)

E1 = N1 (ambos edificios tanto nuevo como existente consumen igual ya que no tienen aplicación de técnicas, por lo tanto energéticamente son similares)

E2 = N2 (ambos edificios tanto nuevo como existente consumen igual ya que tienen aplicación de técnicas que ahorran un 36% de energía, por lo tanto energéticamente son similares)

Usando como mismo ejemplo el año 2010 obtendríamos:

$$X \cdot E1 + Y \cdot 0,64 E1 + Z \cdot N1 + W \cdot 0,64 N1 + Q \cdot 0,48 N1 = \text{TOTAL DEL CONSUMO} = TC$$

$$E1 \cdot (X + 0,64Y) + N1 \cdot (Z + 0,64W + 0,48Q) = TC$$

$$E1 (X + Z + 0,64 Y + 0,64 W + 0,48 Q) = TC$$

$$E1 (X + Z + 0,64 (Y + W) + 0,48 Q) = TC$$

Como $(X + Y) = 7232$ y $(Q + W + Z) = 2778$ para el 2020; entonces:

$$E1 (X + Z + 0,64 (7232 - X + W) + 0,48 (2778 - W - Z)) = TC$$

$$E1 (0,36 X + 0,52 Z + 0,16 W + 5962,4) = TC$$

Según el estudio realizado el caso estandarizado sin ahorros ahora llamado E1 corresponde a 618.505 KWH anuales. Por lo tanto el total del consumo en el 2020 estará determinado por los valores que tomen X, Z y W.

Teniendo en cuenta que es imposible predecir qué proporción de edificios adoptaran una determinada categoría de ahorro energético se realiza un cálculo aleatorio teniendo en cuenta lo siguiente:

- El valor de X será un número aleatorio entre 0 y 7.232.
- El valor de Y será un el número aleatorio determinado de restar a 7.232 el valor asignado a X
- El valor de Z será un número aleatorio entre 0 y 2.778
- El valor de W será un número aleatorio entre 0 y no será mayor a 2778 menos el valor asignado a Z
- El valor de Q será 2778 menos el valor asignado aleatoriamente a Z y a W.

Utilizando herramientas informáticas se realizó un muestreo de 100 casos con valores diferentes en las variables que pueden verse en el anexo V. Estos valores se asignaron por el sistema aleatoriamente. El análisis arrojó los siguientes valores para el consumo total:

Máximo	6.056.450.440
Mínimo	4.045.938.087
Promedio	4.968.575.603

Para poder evaluar estos valores obtenidos es necesario centrarlos dentro de los márgenes superior e inferior de todos los posibles escenarios. Tomaremos como margen superior (MS) el caso en el que ningún edificio realiza ningún tipo de mejora. Este caso sería el resulta de que los 7.232 edificios existentes al 2010 se mantengan igual y los 2.778 nuevos se construyan con parámetros similares a los existentes. Este escenario representaría un consumo total de 6.191.235.050 KWH anuales.

Como margen inferior (MI) supondremos que todos los edificios existentes realizan las mejoras para situarse en la categoría E2 y todos los nuevos edificios se construyen con el máximo posible de ahorros energéticos, N3. Este escenario daría un consumo de 3.687.477.330 KWH anuales. Es decir que el MI representa un 40% de ahorro sobre el MS.

Comparando el resultado arrojado por el estudio realizado previamente se puede observar que tomando el promedio y comparándolo con el MS nos encontramos

frente a un ahorro del 20% de energía. Es decir que el promedio arrojado por el estudio aleatorio se centra en la mitad del ahorro posible y significa que el estudio ha arrojado tantas posibilidades “malas” como buenas”. Por esto consideramos que el análisis aleatorio es válido y se utilizará en los próximos capítulos.

5.4. Aplicabilidad del estudio y evaluación del impacto económico

Se evalúa a continuación la aplicabilidad de este estudio y su impacto económico a 10 años.

Para realizar el estudio de aplicabilidad evaluaremos el caso más cercano al promedio dentro del estudio aleatorio y tomaremos este para la evaluación de factibilidad. El caso seleccionado resulta ser el 29 y sus variables son las siguientes:

	X	Y	Z	W	Q	CT
CASO 29	2567	4665	2150	177	451	4.968.054.822

Podemos observar que en este caso 2.567 edificios existentes mantienen sus características energéticas intactas mientras que 4.665 realizan modificaciones de aislación y cambios en la iluminación.

Sobre el parque de edificios nuevos 2.150 edificios se construyen sin tener en cuenta parámetros de ahorro, 177 se realizan con metodologías en la iluminación y aislación y 451 se construyen aplicando el total de posibilidades para el ahorro.

Lo que se realizará a continuación es la evaluación de los costos de la implementación de las técnicas para este escenario y la comparación frente a los ahorros. Para los 4.665 E2 más los 177 N2 (4.842 edificios) se evalúan únicamente el costo de inversión en aislamientos más el costo de renovación de luminarias. Estos son los costos correspondientes a su categoría de ahorro según lo explicado anteriormente.

La incorporación de aislación térmica y su estructura de soporte, conlleva una inversión inicial que posteriormente se amortiza con el ahorro energético. Costo Inicial se denomina a la inversión que se destina para construir el sistema de aislamiento. Del 100% del costo inicial para aislación, se observa un valor medio

del 35% correspondiente al gasto invertido directamente en el material aislante, siendo el otro 65% de la inversión para la estructura que protege y sostiene al sistema aislante.

El Costo Operativo es el costo destinado a pagar el combustible necesario para mantener la condición de confort en el interior y es permanente durante la vida útil del sistema. El cálculo del costo operativo se realiza a partir de los combustibles consumidos para calefaccionar los edificios en las diferentes zonas de estudio. Para esto se tiene en cuenta una vida útil de la vivienda de 20 años.

El costo total se calcula a partir de la suma de la inversión inicial, más el costo operativo, es decir el costo energético en pesos. Para el caso no tendremos el costo operativo ya que en comparación con la inversión inicial resulta despreciable.

El costo inicial de aislación varía en función de la superficie a aislar, el espesor de la misma y los materiales utilizados para la aislación propiamente dicha. Estos valores varían entre un rango de 30 USD por m² cuando la aislación se realiza en aberturas y cerramientos de edificios ya construidos, a 200 USD por m² construido cuando la aislación se realiza al momento de la edificación.

Sin embargo se ha comprobado que en la Argentina cuando la aislación se realiza sobre edificios ya existentes a modo de remodelación sobre, con un valor de 40 USD por m² de abertura se alcanzan niveles suficientes de aislación para generar el máximo de ahorro de energía por calefacción y refrigeración. Esto se debe a que en su mayoría las construcciones destinadas al alojamiento temporario de personas en el país se realizan con materiales altamente aislantes como el ladrillo o el cemento. Diferente sería el caso si se tratara de edificios de madera o enchapado.

Tomando este valor de 40USD según la descripción realizada del edificio estandarizado utilizado para el estudio (ver capítulos anteriores) podemos calcular un costo de 25.000\$ para la aislación general del edificio en todas sus aberturas.

Por otro lado también teniendo en cuenta las descripciones de la instalación lumínica del caso podemos calcular que la modificación de la totalidad de estas tendría un costo total aproximado de 45.000\$. Esto se calcula tomando como valor el promedio de mercado para lámparas de bajo consumo para las diferentes potencias.

Es decir que el costo total de la aplicación de mejoras para cada uno de estos 4.842 edificios es de 70.000\$.

Según lo visto en capítulos anteriores el consumo del caso estandarizado era de 618,5 MW al año y según se estudio también estas implementaciones permitirán un ahorro del 36%. Tomando como valor el correspondiente a un usuario de Alta Demanda y Baja Potencia contratada según el tarifario de Edesur 2010 el ahorro anual sería de 21.600\$ anuales. Estos tarifarios están disponibles en las páginas de internet de las compañías de electricidad y dividen el costo de la energía según el consumo anual. Para este caso como se mencionó corresponde a un usuario de Alta Demanda y Baja Potencia. El ahorro de energía no es suficiente para una disminución en la categoría de cliente.

Es decir que teniendo el costo de implementación de 70.000\$ y un ahorro anual de 21.600\$ reflejado en la factura de electricidad la inversión tendría un tiempo de recupero de 3 años y medio para estos casos.

Para los 451 edificios que incorporan el total de las posibilidades hay que considerar los costos de equipos de paneles solares, mejoras en el sistema de ascensores, reemplazo de los electrodomésticos, heladeras y equipos eléctricos por unos de mejor categoría energética.

El mayor gasto de todos los mencionados es la instalación de los paneles solares que se evaluó anteriormente en el trabajo. Considerando que se consigue una subvención del estado para este proyecto el costo se plasmó en 48.600\$.

Los equipos para ascensores inteligentes tienen un costo de 35.000\$ extra sobre el costo normal de un ascensor y los electrodomésticos y aparatos eléctricos de categoría A suman una diferencia aproximada de 22.000 \$.

Es decir que el total de las mejoras implica un costo extra en la construcción y puesta en marcha de 105.600\$ que deben sumarse a los 70.000\$ calculados anteriormente dando un costo total de 175.600\$.

Para estos casos el ahorro es del 52% de energía representando un ahorro anual 31.200\$ utilizando el mismo tarifario de Edesur mencionado anteriormente. Por lo tanto en este caso se tardan casi 6 años en recuperar el costo de la inversión realizada.

Se puede observar que en ambos casos el tiempo de recuperación es corto si tenemos en cuenta que estamos evaluando construcciones cuya amortización se considera de 50 años. Por otro lado en la vida útil de las técnicas utilizadas son:

- **Materiales de aislación:** 50 años para los materiales estructurales de la aislación y 10 años para materiales de sellado de aberturas.
- **Luminarias bajo consumo:** La durabilidad indicada por los fabricantes siempre está expresada en horas y varía en su equivalente a 2 y 6 años. El INTI realizó un estudio sobre 600 lámparas de diferentes marcas y potencias y llegó a la conclusión de que aquellas de marcas reconocidas internacionalmente cumplen en el 80% con las indicaciones especificadas. Habiendo tomado para el estudio un promedio de costos de la oferta existente podemos suponer que entonces la durabilidad será también un promedio entre los prometidos por las marcas y será de 4 años.
- **Paneles solares:** Según lo visto en capítulos anteriores estas instalaciones tienen una vida útil esperada que puede superar los 30 años.
- **Ascensores inteligentes:** su vida útil se calcula en 50 años siempre que se realicen los controles mensuales exigidos por el servicio de mantenimiento como cualquier ascensor. El costo de mantenimiento no es mayor que el de un ascensor normal.
- **Electrodomésticos bajo consumo:** En general los electrodomésticos marcados como A en el consumo de energía son de marcas reconocidas en el mercado. Para estas marcas la vida útil de los electrodomésticos varía entre 10 y 15 años.

Se puede observar que la única inversión que se encuentra en el límite del tiempo de recupero es la de las luminarias bajo consumo. Su vida útil está esperada en 4 años y el recupero conseguido por su aplicación en 3 años y medio. Sin embargo si aislamos el ahorro de estas del de la aislación como se calculo anteriormente podemos ver que el recupero de costo frente ahorro (recordemos que ahorran un 80% de energía frente a las lamparitas tradicionales) se logra en 2 años.

Un factor a tener en cuenta para el análisis es que el valor de la electricidad se toma al valor actual según los últimos tarifarios vigentes pero la Argentina se encuentra frente a un panorama energético del país donde es predecible que los valores se incrementen hasta en un 400% para el año 2020 teniendo en cuenta que se está planteando desde hace un tiempo el retiro de los subsidios en este rubro.

Teniendo en cuenta este escenario con subsidios, en Argentina la cuestión a plantear es si es más económico lograr la aislación de las casas que acondicionan su temperatura o seguir subsidiando la energía.

Si el estado se hiciera cargo de la subsidiar la aislación quien ahorraría el costo no sería el usuario, que paga una tarifa subsidiada, sino el Estado Nacional, que dejaría de pagar enormes subsidios a la importación de fuel oil o de gas licuado, los proveedores más caros.

Ya se ha demostrado que para el usuario el proyecto es económicamente viable pero frente a este nuevo concepto presentado para el estado se realiza un nuevo análisis. En este caso se estudia el ahorro para el total del parque hotelero proyectado previamente. Entonces como se mencionó se asume que en el 2020 existirán 10.010 instalaciones hoteleras para las cuales se ha aceptado la distribución promedio elegida:

	X	Y	Z	W	Q	CT (KWH anuales)
CASO 29	2567	4665	2150	177	451	4.968.054.822

El costo y los consumos de las transformaciones para este caso serían:

$X + Z = 2.567 + 2.150 = 0\$$ costo de transformación; 618,5 MW anuales de consumo.

$Y + W = 4.665 + 177 = 4.842$ edificios \times 618,5 MWh año \times 0.36 = 1.078.119 MW ahorro en consumo anual. Esto quiere decir que al cabo de 4 años (tiempo de recupero que vimos anteriormente) se estaría ahorrando el valor del subsidio de 1.078.119 MW anuales. Para esta categoría de tarifa el subsidio es del 27% aproximadamente = 38.682.936\$ por año.

$Q = 451 = 618,5 \text{ MW} \times 0.52 \times 451 = 145.050$ MW anuales de ahorro luego de 6 años. Esto significa 5.204.397\$ anuales de ahorro en subsidios.

Si sumamos los ahorros en ambos casos el total es del casi 44 millones de pesos anuales.

También se debe tener en cuenta la reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera que este ahorro representa. Para realizar dicho cálculo primero hay que mencionar que 1 kwh de energía por combustible o gas emite 825 gramos de CO2 que son liberados a la atmósfera. De esta manera el ahorro del caso promedio tomado como ejemplo representa 1.223.180.228 KWh no emitidos a la

atmosfera en comparación con el margen superior. Esto significa más de 1 millón de toneladas de CO₂ menos al año emitidos a la atmósfera.

Cabe mencionar en esta instancia también que el precio de una tonelada de CO₂ ronda los 15 Euros en la actualidad y se calcula que para el 2020 rondará los 23 euros.

6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El presente trabajo pretende hacer foco en la importancia de tomar conciencia sobre la necesidad del ahorro energético como medida para el cuidado del medio ambiente y atenuación de efectos como el calentamiento global y el cambio climático.

Intenta demostrar que es posible desde la ingeniería rediseñar y reestructurar los esquemas que se han planteado para el desarrollo de proyectos; pensar en programas de vivienda sostenibles para los usuarios teniendo en cuenta el medio ambiente y el manejo de los recursos.

Se presenta el ecodiseño como metodología para el objetivo planteado. Los métodos del ecodiseño permiten reducir los costos de operación y mantenimiento de los edificios e instalaciones asociadas, y mejorar su performance operacional y ambiental. Estos métodos aplicados en la construcción se basan principalmente en:

- Diseñar apropiadamente la localización, orientación, accesos y ambiente natural circundante de los nuevos edificios e instalaciones.
- Optimizar el uso de la energía, mejorando la eficiencia y confiabilidad de los sistemas, controlando la demanda y aprovechando energías renovables.
- Cuidar y conservar el uso de agua, atendiendo a su calidad y uso eficiente, y asegurando su tratamiento reciclado siempre que sea factible.
- Seleccionar materiales ecoeficientes para la construcción y mantenimiento de las instalaciones, minimizando la generación de residuos.
- Optimizar la gestión operacional, reduciendo esperas o tránsitos innecesarios, y cuidando las condiciones de salud y confort internas.

Este proyecto surge de la necesidad de creación de un modelo de edificación sostenible que permita reducir considerablemente el valor de consumo energético asociado a la vivienda. El hecho de que los edificios sean los responsables de aproximadamente el 50% de energía utilizada, los convierte en uno de los principales causantes de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

El objetivo de este trabajo se centró en evaluar y cuantificar los ahorros energéticos de la aplicación de las mencionadas técnicas de ecodiseño orientadas a este fin en una edificación destinada al uso hotelero. Para esto se evaluaron las técnicas y tecnologías existentes y su viabilidad en el país.

Normalmente, el ecodiseño produce un aumento en los costos iniciales de inversión pero determina ahorros en los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones en su posterior utilización y también en los gastos de remodelación o adaptación, derivados de regulaciones ambientales.

En la Argentina la construcción no se ha visto aún orientada al desarrollo sustentable en gran medida. La edificación es un sector de enorme influencia en la evolución del consumo de energía y las emisiones de CO₂. El problema que se busca resolver es el alto consumo energético evidenciado por los edificios y su influencia sobre el ambiente.

Como solución a este problema y para alcanzar el objetivo del trabajo de maximizar la eficiencia energética se estudiaron las técnicas de ecodiseño aplicadas a la construcción, especialmente aquellas orientadas al ahorro energético.

El ahorro energético es directamente proporcional a la reducción de emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera, objetivo prioritario si se tiene en cuenta que hace 10 años ya el 33% de las emisiones contaminantes procedían de la vivienda.

Se evaluaron diferentes opciones para cada característica que presentara consumos o posibilidad de ahorros de energía. Todas estas se encuentran detalladas en el capítulo 5. Entre ellas se evaluaron la eficiencia en el uso y calentamiento de Agua donde se vio que la tecnología actual ha permitido el desarrollo de dispositivos limitadores del consumo en los equipamientos de fontanería que no afectan al confort del usuario y sin embargo suponen un ahorro significativo en el agua utilizada.

Utilizando en la construcción dispositivos que reduzcan el consumo del agua caliente sanitaria también se consigue reducir el consumo de energía. El agua caliente es el tercer gasto energético más grande representando alrededor de un 13% sobre el total en un edificio. Por este motivo para el caso planteado se estudió y optó por la opción del calentamiento de agua sanitaria mediante un sistema de energía solar.

Las unidades solares no dañan el medio ambiente y pueden instalarse en el techo. Estos sistemas también son buenos para el medio ambiente ya que no emiten los gases dañinos que se asocian con la producción de electricidad. Durante un período de 20 años, un calentador solar de agua no arrojará al aire 50 toneladas menos de dióxido de carbono que si el agua hubiese sido calentada con métodos tradicionales.

Con respecto a la eficiencia en las aberturas se evaluó que el adecuado rendimiento energético de un edificio está también condicionado por las pérdidas de calor durante el invierno y de los aportes de calor indeseados durante el verano. Las ventanas pueden representar hasta un 25% de la cuenta de energía.

Para disminuir el impacto de este intercambio se seleccionaron ventanas de cristal doble con un revestimiento de baja emisividad calorífica en los cristales que reflejan el calor para reducir los efectos mencionados. Estas ventanas tienen un valor aproximadamente 30% superior al de una ventana común pero reducen el costo de aire acondicionado y calefacción entre un 10% y 15%.

La Instalación de calefacción central en el caso propuesto de estudio será la calefacción central por suelo radiante y con el objetivo de reducir el consumo energético del edificio, se deja sin servicio de calefacción a los pasillos, y todas aquellas zonas consideradas zonas de paso. Sin embargo, debido al uso de calefacción por suelo radiante, estas zonas se beneficiarán del paso de las tuberías emisoras por ellas. En el diseño de la instalación se considera una temperatura de confort de 20°C en invierno.

La Instalación de aire acondicionado central para el caso se ha considerado una situación de confort determinada por una temperatura interior de 24°C en el verano. En esta instalación, con el objetivo de garantizar el máximo confort a los usuarios, se ofrece el servicio de acondicionamiento de aire a todas las estancias del edificio ya que se evita la creación de zonas con distintas temperaturas.

Para el caso de estudio se ha optado por equipos de la gama de aquellos marcados como equipos para ahorro energético ya que ofrecen un ahorro de hasta el 30% con respecto a los sistemas tradicionales de acondicionamiento de aire.

También se opta por la instalación de Ascensores de Bajo Consumo con motores que incorporan variadores de frecuencia que reducen el consumo de energía en 30%, en comparación con modelos convencionales.

Dentro de las tecnologías para el ahorro de energía durante la vida útil del edificio se tomaron medidas como:

- Luces de bajo consumo: con lo que se buscó reducir el uso de energía utilizada para la iluminación entre un 50% y un 75%.

- Aparatos electrodomésticos de bajo consumo: con el objetivo de reducir hasta un 50% el consumo de energía destinado a este fin.

A continuación en el trabajo se presenta el caso de estudio y se realiza una descripción detallada del mismo y sus instalaciones. Para realizar el estudio se utilizó como ejemplo el Hotel Ushuaia situado en la calle Córdoba al 350 en la Capital Federal. Este hotel cuenta con 8 pisos destinados al albergue de huéspedes, 1 piso destinado a oficinas, almacenes y áreas de servicios, la planta baja donde se encuentra la recepción y el restaurante, y dos subsuelos donde se encuentran las salas de máquinas y depósitos. Se trata de un Hotel 2 estrellas que posee 72 habitaciones con capacidad para albergar a 150 personas.

A continuación se realizó una evaluación de los gastos energéticos del caso relevado y se efectuó una comparación de los valores de factura con los gastos teóricos afectados por la ocupación. Esta comparación arrojó los siguientes resultados:

Año	Consumo Real (en Mwh)	Consumo Teórico (en Mwh)	Diferencia
2007	326,3	356,9	9%
2008	346,9	364,1	5%

Se puede observar que el caso calculado teóricamente da una diferencia menor al 10% comparado con las facturas reales, siendo menor el error cuando mayor es el porcentaje de ocupación, es decir cuando los consumos variables se acercan al 100% del uso. Considerando aceptable la variación frente al consumo real obtenido de las facturas se considera que el caso es válido como comparación para las evaluaciones que se realizan luego.

A continuación se procede a realizar una estandarización del caso estudiado para generar un modelo. El objetivo es llevar el caso a uno estándar de Hotel en la Argentina lo cual resultará más significativo para su estudio.

Al igual que en el caso estudiado se realiza un detalle de las características y luego una evaluación de los consumos energéticos para este caso. La siguiente tabla es un resumen de estos consumos. La tabla completa puede encontrarse en el Anexo IV:

	Consumo Total Anual (MWh)
<i>Planta Baja</i>	23,7
<i>Primero a Octavo Piso</i>	329,3

<i>Noveno Piso</i>	110,1
<i>Ascensores y escaleras</i>	3,0
<i>Subsuelos</i>	152,4
TOTAL	618,5

Luego se describe un caso hipotético de un Hotel de similares características al caso estandarizado pero suponiendo que ha sido construido y que opera con las técnicas de ecodiseño. Se buscó para este caso aplicar un plan de medidas que consigan:

- Un ahorro de aproximadamente 25% en climatización y refrigeración.
- Un ahorro de aproximadamente 30% en iluminación.
- Un ahorro de aproximadamente 10% para el resto de los consumos eléctricos.

Las medidas aplicadas para conseguir estos ahorros se describen en los capítulos anteriores del trabajo. A continuación se presenta el resumen de los gastos energéticos para el caso modelo:

	Consumo Total Anual (MWh)
<i>Planta Baja</i>	9,0
<i>Primero a Octavo Piso</i>	149,0
<i>Noveno Piso</i>	52,6
<i>Ascensores y escaleras</i>	0,9
<i>Subsuelos</i>	113,1
TOTAL	336,7

Luego se realiza la comparación de los modelos estudiados. Los casos que se han comparado son el descrito en el punto 6.1.2 llamado “caso estandarizado” y el detallado en el punto 6.1.3, “caso modelo”.

Para medir este ahorro se realiza en primera instancia una comparación directa entre los gastos calculados en los puntos anteriores. La siguiente tabla muestra los resultados de consumos energéticos obtenidos en los casos estudiados:

	Caso Estandarizado	Caso Modelo
Consumo Anual (KWH)	618.505	336.754

Como se puede apreciar el caso modelo utiliza un 45% menos de energía anualmente que el caso estandarizado.

Por otra parte se debe calcular que si adicionalmente se realizan los cambios necesarios en la aislación del edificio los gastos relacionados a ventilación, calefacción y aire acondicionado se reducen en un 50% como se mencionó en los apartados anteriores. Esto arrojaría los siguientes resultados:

	Caso Estandarizado	Caso Modelo
Consumo Anual (KWH)	618.505	296.680

Se puede apreciar que en este caso donde se han aplicado la totalidad de las medidas de ahorro posible el porcentaje se incrementa a un 52%

Luego se realiza una proyección de los resultados obtenidos con el objetivo de cuantificar los resultados a futuro en función del crecimiento del sector proyectado para los próximos 10 años. Para esto se realizó un estudio de la edificación hotelera en la Argentina y su evolución.

Los factores que se evaluaron para realizar las proyecciones son la **Evolución del PBI referido a Hoteles** (explicado en capítulo 6.3), como variable vinculada al desarrollo económico, y el **Crecimiento Turístico** en el país, vinculado de manera directa a la expansión hotelera teniendo en cuenta la relación demanda/oferta del sector.

También se poseen datos del INDEC para la cantidad de Hoteles registrados existentes y en funcionamiento en la Argentina a partir de 2004 y hasta 2008. La proyección se realiza a partir de estos valores reales y los resultados son los obtenidos en la siguiente tabla:

Año	Cantidad de Hoteles	Total país
2004	4409	11,80%
2005	5030	14,10%
2006	5548	10,30%
2007	6320	13,90%
2008	7021	11,10%
2009	7232	3,00%
2010	7449	3,00%
2011	7672	3,00%
2012	7902	3,00%
2013	8139	3,00%
2014	8383	3,00%
2015	8635	3,00%
2016	8894	3,00%
2017	9161	3,00%
2018	9436	3,00%
2019	9719	3,00%
2020	10010	3,00%

Se puede observar que para el año 2020 se habrá incrementado en aproximadamente un 34% la cantidad de Hoteles del país con respecto al año 2010. Vale aclarar que estas proyecciones se realizaron de manera conservadora ya que si de esta manera el impacto del estudio resulta beneficioso se considera que cualquier escenario mejor también lo será.

Para realizar las proyecciones de ahorro energético para el parque hotelero proyectado anteriormente se tomaron las siguientes consideraciones antes de plantear los escenarios a comparar:

- se asume que todos los nuevos Hoteles y establecimientos destinados al hospedaje transitorio serán de características similares al caso estudiado ya que, siendo este de tamaño intermedio para este tipo de construcciones, se considera que representa un caso promedio entre pequeñas edificaciones y grandes complejos hoteleros.
- se considera que los ahorros energéticos son proporcionales al tamaño de edificio por lo tanto se considera el ahorro cuantificado para el caso de estudio un promedio representativo.
- Se considera que el total de ahorro se reparte proporcionalmente según el proporcional de gasto de cada consumo. Para esto se toma los valores indicados por el INDEC sobre el reparto de los consumos en edificaciones hoteleras. Este indica que el 40% del consumo se utiliza para Calefacción, ventilación y Aire Acondicionado (CVAC); el 20% es para iluminación; el 10% es para agua caliente; el 5% corresponde a las bombas y el 25% restante agrupa el resto de los gastos como lavandería, electrodomésticos, ascensores, etc.
- Se denominaran los edificios según las siguientes clasificaciones:
 - ANTIGÜEDAD:
 - E: para aquellos hoteles ya existentes y en funcionamiento antes del 2010
 - N: para aquellos hoteles que se ponen en funcionamiento luego del 2010
 - EFICIENCIA ENERGÉTICA:
 - 1: para aquellos edificios que no adoptan técnicas de ahorro energético; **0% de ahorro.**

- 2: para aquellos edificios que adoptan parcialmente técnicas de ahorro. Se realizan cambios en la aislación e iluminación; **36% ahorro**; considerando según lo visto en los puntos anteriores que los cambios en el aislamiento generan un 50% de ahorro sobre el total del consumo destinado a CVAC y la mejora en la iluminación puede generar un 80% del ahorro destinado a esta.
- 3: para aquellos edificios que aplican la totalidad de las opciones de ahorro energético; **52% de ahorro**.

Según lo anterior los escenarios comparados son una combinación en la proporción de hoteles E1, E2, N1, N2 y N3. El ahorro variará en función de la proporción de cada uno de estos y el total de la suma de los escenarios será el total de hoteles proyectado para cada año.

Los cálculos realizados mediante un estudio aleatorio con estas variables se encuentran explicados en los apartados anteriores. Comparando el resultado arrojado por el estudio nos encontramos frente a un ahorro del 20% de energía como promedio de todos los casos obtenidos.

Se evalúa a continuación la aplicabilidad de este estudio y su impacto económico a 10 años. Para realizar el estudio de aplicabilidad se evalúa el caso más cercano al promedio dentro del estudio aleatorio realizado en la evaluación anterior.

Podemos observar que en este caso 2.567 edificios existentes mantienen sus características energéticas intactas mientras que 4.665 realizan modificaciones de aislación y cambios en la iluminación. Sobre el parque de edificios nuevos 2.150 edificios se construyen sin tener en cuenta parámetros de ahorro, 177 se realizan con metodologías en la iluminación y aislación y 451 se construyen aplicando el total de posibilidades para el ahorro.

Lo que se realiza a continuación es la evaluación de los costos de la implementación de las técnicas para este escenario y la comparación frente a los ahorros. Para los 4.665 E2 más los 177 N2 (4.842 edificios) se evalúan el costo de inversión en aislamientos más el costo de renovación de luminarias. Según la descripción realizada del edificio estandarizado utilizado para el estudio podemos calcular un costo de 25.000\$ para la aislación general del edificio.

Por otro lado también teniendo en cuenta las descripciones de la instalación eléctrica del caso podemos calcular que la modificación de la totalidad de estas

tendría un costo total aproximado de 45.000\$. Es decir que el costo total de la aplicación de mejoras para estos 4.842 edificios es de 70.000\$.

Según lo visto en capítulos anteriores el consumo del caso estandarizado era de 618,5 MW al año y según se estudio también estas implementaciones permitirán un ahorro del 36%. Tomando como valor el correspondiente a un usuario de Alta Demanda y baja potencia contratada según el tarifario de Edesur 2010 el ahorro anual sería de 21.600 \$ anuales significando un tiempo de recupero de un poco menos de 4 años.

Para los 451 edificios que incorporan el total de las posibilidades se valoraron los costos de equipos de paneles solares, mejoras en el sistema de ascensores y reemplazo de los electrodomésticos, heladeras y equipos eléctricos por unos de mejor categoría energética. La instalación de los paneles solares que se evaluó anteriormente en el trabajo significa una inversión de 48.600\$. Los equipos para ascensores inteligentes tienen un costo de 35.000\$ extra sobre el costo normal de un ascensor y los electrodomésticos y aparatos eléctricos de categoría A suman una diferencia aproximada de 22.000\$.

Es decir que el total de las mejoras implica un costo extra de 105.600\$ que deben sumarse a los 70.000\$ calculados anteriormente dando un costo total de 175.600\$. En este caso el ahorro anual energético es del 52% y representará 31.200\$ anuales. Esto deriva en un tiempo de recupero de casi 6 años.

Hay que tener en cuenta que el valor de la electricidad se toma al valor actual pero que nos encontramos frente a un panorama energético del país donde es predecible que los valores se incrementen hasta en un 400% para el año 2020 teniendo en cuenta que se está planteando desde hace un tiempo el retiro de los subsidios en este rubro.

Se puede decir en conclusión que incluso tomando escenarios conservadores se obtiene un beneficio tanto económico como medioambiental en un plazo no mayor a 6 años.

El trabajo plantea por último 3 temas que quedan abiertos para futuros estudios:

- Frente al escenario actual donde la energía es subsidiada por el Estado es una posibilidad para este promover estas metodologías con el fin de ahorrar dinero en subsidios futuros.
- Frente al escenario mundial donde se promueve la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera existen actualmente programas que otorgan premios monetarios por cada KW ahorrado. El precio de una

tonelada de CO₂ ronda los 15 Euros en la actualidad y se calcula que para el 2020 rondará los 23 euros.

- Si estas técnicas pueden ser aplicadas en los edificios destinados al hospedaje temporario sin duda podrían ser aplicadas a las de vivienda permanente.

BIBLIOGRAFÍA

- Friedman, Milton; Premio Nobel de Economía; citado en “La Crisis Energética y nuestro futuro”; por Bronstein Víctor; El País; Diario Clarín; 16 de Abril de 2006.
- Jiménez, Manuel Enrique; “Construcciones de edificios”; Octubre de 2003.
- Secretaría de Energía de la República Argentina. <http://energia3.mecon.gov.ar/home/> Página vigente al 28/2/2008
- INDEC, “Indicadores de coyuntura de la actividad de la Construcción, Septiembre de 2006”.
- División de Desarrollo Sostenible, “Ecoeficiencia: marco de análisis, indicadores y experiencias”, septiembre de 2005.
- Cámara Argentina de la Construcción, “La construcción como herramienta del crecimiento continuado”, Noviembre de 2006.
- Estudio de la aportación de la energía solar térmica y el uso de equipos de elevada eficiencia energética a un modelo de construcción sostenible.
- Roca Calefacción, Monografía técnica, “Utilización de la energía solar por medio de captadores planos”. Barcelona, 2000.
- IRAM, “Etiquetado de Eficiencia Energética”, 2006.
- <http://es.wikipedia.org/>. Página vigente al 05/2011
- <http://www.energysavers.gov/>. Página vigente al 05/2011
- Edenor, 2007. <http://www.edenor.com>. Página vigente al 05/2011
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y EL AHORRO DE LA ENERGÍA, IDAE. Propuesta de modelo de ordenanza municipal de captación solar para usos térmicos. Difusión IDAE. Madrid, 2001.
- Campos Avella, Juan. C. Tecnología de administración energética empresarial. CEEMA.

- http://www.emepe.com.ec/clientes/calculen_su_consumo.html. Página vigente al 20/10/2007
- Energy Efficiency as a Climate Change Mitigation Strategy – Steven R. Schiller, 2006.

ANEXO I

El Cambio Climático en Argentina

La Argentina es una de las regiones del mundo que ha presentado variaciones climáticas profundas en el último siglo. La temperatura media anual subió 1°C, el número de días de helada por año ha disminuido un 10%, y las precipitaciones aumentaron en igual porcentaje en verano y un 5% en otoño. Todo esto afecta, directamente, la producción agrícola, base de la economía.

Si bien la Argentina es uno de los países con más bajo nivel de emisiones de gases contaminante del mundo, tiene una industria fuertemente basada en combustibles fósiles. Por otra parte, en los últimos años aumentó un 50% la contaminación debido a la tala y quema indiscriminada de bosques nativos.

La Argentina no posee una planificación a mediano o largo plazo que le otorguen posibilidades de adaptarse a los problemas que ocasionarán los efectos del cambio climático.

Si bien es posible identificar, a grandes rasgos, los fenómenos derivados del cambio climático que están empezando a afectar al país, se ignora cuáles serán las áreas y las poblaciones más damnificadas. De esta manera, resulta imposible prever medidas para evitar o minimizar la influencia del aumento de la temperatura del planeta.

Esto sucede porque no existe en el país un sistema complejo e integral que permita realizar mediciones hidrológicas y climatológicas que permitan obtener los datos necesarios para dar origen a un diagnóstico y poder así diseñar una política estratégica para contrarrestar las consecuencias del cambio climático.

Algunos serán cambios negativos, otros positivos. Inviernos más templados reducirán el abultado gasto en calefacción de los habitantes de la Patagonia, pero el aumento de precipitaciones asociado empeorada allí los problemas de erosión. Algunas regiones poco productivas podrían verse beneficiadas por un incremento de la actividad agropecuaria.

El Litoral y la Pampa Húmeda sufrirán inundaciones más frecuentes, y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires soportará mayores precipitaciones y veranos más sofocantes.

Los eventos extremos, como tormentas, sequías, olas de frío o calor, serán más comunes. Otro aspecto importante será el agua. La región de Cuyo podría sufrir sequías importantes al disminuir la cantidad de nieves en las altas cumbres. A su vez, la Capital Federal podría también tener problemas de abastecimiento de agua potable por el aumento del nivel del mar previsto entre 9 y 88 centímetros, que afectará al Río de la Plata. Los vectores de enfermedades, como el dengue y el paludismo, ya han iniciado su migración hacia latitudes templadas.

ANEXO II

La Crisis Energética en Argentina

Actualmente la Argentina ya sufre de la escasez de fuentes generadoras de energía sin embargo la crisis se plantea respecto a la provisión a futuro. Los expertos indican que la mejor opción para el país es la diversificación del sector para que no sólo se apueste al gas sino también al carbón, la energía hidráulica, nuclear, eólica, solar y biocombustibles. La Argentina debería apostar por la expansión de la matriz energética, tanto de las fuentes tradicionales como las renovables.

En 2005 se generó el recorte de la provisión de gas a Chile y partir de ese entonces fueron varias las importaciones de combustibles y la generación de los planes de premios y castigos a la rebaja del consumo energético. Respecto del nivel de precios de la energía del país, las industrias han estado recibiendo incrementos en sus tarifas, tanto aquellas que compran en el mercado mayorista, ya sea gas o electricidad, como aquellas que le compran todo el servicio a la compañía distribuidora. En los últimos años también se ha implementado el sistema de premios o castigos a las residencias particulares en función al consumo energético comparado.

La crisis energética que atraviesa la Argentina obliga a repasar los componentes del sistema energético. Durante 2007 la matriz de la oferta interna de energía primaria se distribuyó de la siguiente manera, el 51% fue para el gas natural, seguida por el petróleo (36%), 8% para las energías renovables (6% hidráulica, y 2% leña, bagazo y otros), 4% para la energía nuclear y el 1% restante para el carbón mineral.

Todos los indicadores muestran que la falta de inversiones para sostener el ritmo de demanda de energía complicará el futuro escenario económico del país. El suministro de energía a los usuarios proviene de tres canales bien definidos: gas, petróleo y electricidad. Los tres suministros mencionados están pasando por ciclos regresivos con pocas posibilidades de recomponerse en el corto y mediano plazo. En este esquema, el sistema eléctrico es el que está más expuesto a limitar el crecimiento económico del país ya que hoy se encuentra funcionando al límite. La capacidad instalada en la Argentina alcanza los 22.000 megavatios, pero por cuestiones técnicas la capacidad disponible no supera los 18.000 megavatios. Hacia fines de julio de 2006, las estadísticas oficiales dadas a conocer por Cammesa, firma mixta encargada del despacho de energía eléctrica, mostraban que la potencia demandada alcanzó los 17.500 megavatios,

quedando este valor muy cerca del límite técnico que puede cubrir el sistema de generación antes de entrar en default.

En los países que tienen políticas energéticas de largo plazo, la diferencia entre la capacidad disponible de electricidad y la demanda pico de potencia se ubica por encima del piso promedio del 20%. Para el caso de la Argentina, en julio de 2006 esa relación no alcanzó 3%. De mantenerse el crecimiento de la economía en los actuales niveles (que tiene correlación directa con la demanda de energía) y de no existir modificaciones sobre la oferta eléctrica el sistema podría colapsar.

La matriz de generación eléctrica en la Argentina está confeccionada de la siguiente manera: 53% corresponde a las centrales térmicas, 43% a las usinas hidroeléctricas y el 4% restante llega de la mano de las centrales nucleares. Con el nivel actual de actividad económica el sistema eléctrico argentino debería contar hoy con una capacidad disponible superior a los 22.500 megavatios, es decir 25% por encima de lo que existe. Es decir debería haber incorporado, en promedio y por año, alrededor de 700 megavatios para sostener niveles estables de oferta y demanda creciente y riesgo aceptable frente a una potencial crisis en el sistema.

Las estadísticas proporcionan información valiosa a los efectos de evaluar los consumos energéticos de cada sector, pero poco aportan sobre la eficiencia energética, concepto que si bien adquiere cierta relevancia en momentos críticos, debería estar siempre presente en cualquier sociedad que se proyecta hacia el futuro. En cada uno de los sectores de consumo se registran ineficiencias y disfunciones que pueden corregirse mediante la modificación de comportamientos humanos y el uso de tecnologías, equipos y artefactos más eficientes desde la perspectiva energética. El conjunto de acciones destinadas a optimizar los consumos se conoce en el marco internacional bajo el nombre de Demand Side Management (Administración del Lado de la Demanda o ALD). La idea principal que rige este enfoque es que resulta más barato modificar hábitos de consumo y desempeño de equipos que construir nuevas instalaciones destinadas a la producción de combustibles y generación de electricidad.

El concepto de ALD ha sido puesto en práctica por numerosos países, los que han comprendido que es absolutamente necesario fomentar la reducción de consumos por medio de diferentes acciones, entre las que figuran programas gubernamentales, el establecimiento de marcos regulatorios, la vigencia de tarifas promocionales, campañas públicas de concientización, formación y entrenamiento de recursos humanos, asistencia técnica y desarrollo de equipos y artefactos más eficientes. La implantación de este tipo de programas ha transformado el mercado energético en países como México, Australia y

Canadá, en los que se apunta a lograr que la eficiencia energética continúe aún cuando concluyan los programas.

En la Argentina, si bien existen algunos programas y acciones aisladas destinadas a fomentar el uso eficiente de la energía, no han tenido un lugar protagónico en las prioridades del país. Las acciones implementadas en los últimos años han demostrado que se puede ahorrar energía en magnitudes considerables y que su aprovechamiento representaría claros beneficios para la sociedad, tanto por sus implicancias económicas como ambientales.

Los estudios realizados por el INTI-Energía y otras instituciones en los últimos 20 años han demostrado que es posible obtener ahorros cercanos al 20% del consumo registrado en combustibles y energía eléctrica en casi cualquier instalación, sin realizar inversiones. La eficiencia energética bien podrá ser categorizada como una nueva fuente de energía.

Programas de Eficiencia Energética en Argentina

En Argentina, son pocas las acciones por parte del gobierno, encaminadas a establecer condiciones para garantizar la confiabilidad, seguridad y durabilidad de los sistemas de tecnologías de energías alternativas.

La Coordinación de Eficiencia Energética (EE) tiene por objetivo la definición de políticas y programas que promuevan un uso eficiente de la energía. Uso eficiente de la energía no significan consumir menos sino consumir mejor, manteniendo las mismas prestaciones, lo que a nivel de los usuarios finales se traduce en reducción del costo de la factura de energía sin disminuir el confort. A continuación se comentan algunos de los planes propuestos por la Comisión de Eficiencia Energética (CEE).

Recomendaciones para el eficiente uso de la energía eléctrica

En términos generales, dentro del sector residencial los aparatos que más energía eléctrica utilizan son las lámparas y las heladeras, alcanzando más del 60% del consumo de los hogares. Los aparatos de TV y videos llevan una proporción importante del consumo, aunque menor. También en el invierno o en el verano, la utilización de estufas eléctricas o equipos de aire acondicionado, producen una demanda de energía sustancial. Ver Figura 1.

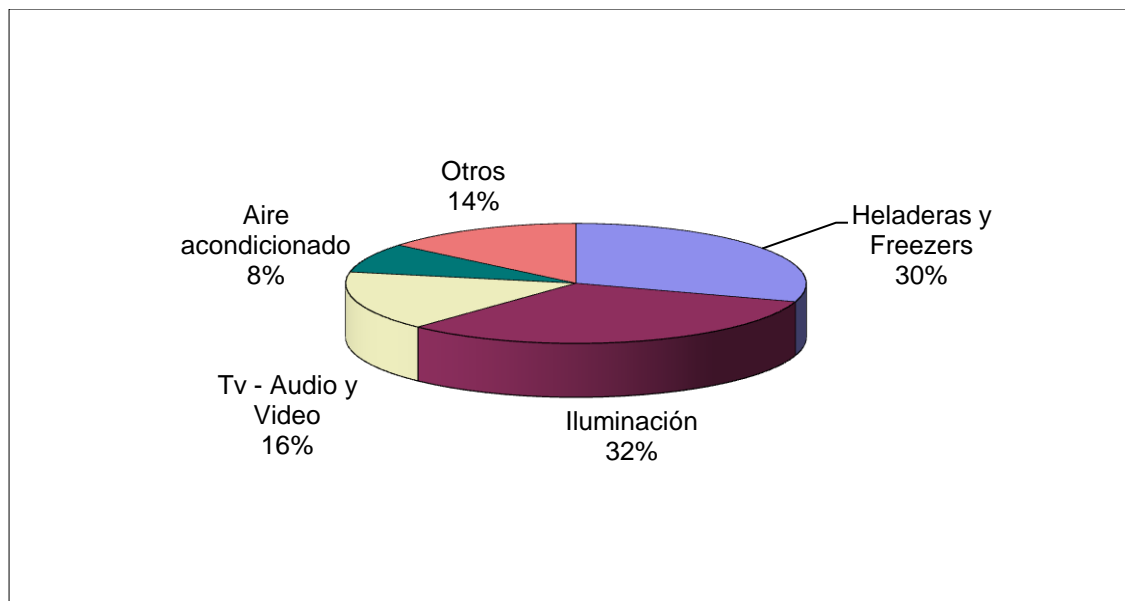


Figura 1

Para mantener los beneficios del servicio pero a su vez disminuir el consumo la CEE recomienda algunas técnicas como por ejemplo, en iluminación, la medida más efectiva es el apagado de las luces que no se utilizan. Se recomienda utilizar lámparas de bajo consumo (LFC) en todos aquellos lugares en que las lámparas incandescentes sean de más de 40W y estén prendidas más de 4 horas por día.

Para las heladeras se recomienda ajustar los valores de temperatura interna adecuadamente para evitar sobre enfriamientos que consumen más energía. Preferiblemente, se debe ubicar la heladera en lugares frescos. El consumo de la heladera es muy sensible a la temperatura ambiente en donde se encuentra ubicada, cuanto más alta sea esta temperatura más energía eléctrica consumirá la heladera. No se debe guardar comida caliente dentro de la heladera, de ser posible hay que esperar a que esta se enfríe previamente.

Existen heladeras más eficientes que otras, o sea que para una misma capacidad consumen hasta un 50% menos de energía. Al momento de realizar la compra de una unidad nueva se debe considerar que este aparato tiene un consumo significativo en el hogar por lo que la reducción en el consumo tendrá un impacto importante.

Muchos aparatos, entre ellos los televisores, videos, microondas, equipos de audio, equipos de aire acondicionado, computadoras, etc. continúan consumiendo energía eléctrica aún cuando parezca que se encuentran apagados. La suma de estos pequeños consumos puede alcanzar un valor significativo. Se los debe apagar completamente cuando no se los utilice.

Tanto en el caso de los equipos de aire acondicionado, como en el de las estufas eléctricas (también a gas) las medidas más efectivas para economizar el consumo energético son:

- No sobrecalentar ni sobre enfriar los ambientes.
- Mantener cerradas las puertas del ambiente que está climatizando, evitando así desperdiciar energía en ambientes no utilizados.
- Elegir un equipo de aire acondicionado de alta eficiencia.
- Evitar las excesivas infiltraciones de aire por puertas y ventanas sellándolas adecuadamente.

Programa de incremento de la eficiencia energética y productiva de la PyME Argentina (PIEEP)

La Secretaria de Energía, a través de la Coordinación Eficiencia Energética, desarrolla con el aporte de fondos de la Agencia de Cooperación técnica Alemana GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit), el Programa de Incremento de la Eficiencia Energética y Productiva, ambientalmente sostenible, en el sector de las PyMEs argentinas (PIEEP).

El PEEP tiene como objetivo primordial mejorar las condiciones de competitividad de la Pequeña y Mediana empresa Argentina, promoviendo la implantación de la Gestión Energética, Productiva y Ambiental, en las plantas industriales y empresas de servicios del sector PyME. Este programa, en ejecución desde mediados de 1999, ha permitido a las empresas participantes contar con la posibilidad de mejorar la eficiencia energética, elevar la calidad y eficiencia de los procesos industriales, obtener una mayor sustentabilidad ambiental, disminuir los costos energéticos y productivos e incrementar sus ganancias.

Programa de calidad de artefactos energéticos (PROCAE)

El Programa de Calidad de Artefactos Energéticos tiene por objetivo la reducción del consumo de energía eléctrica mediante la utilización de artefactos eléctricamente más eficientes. En este sentido, la Dirección Nacional de Promoción de la Secretaría de Energía, se encuentra impulsando el Etiquetado de Eficiencia Energética obligatorio para la comercialización de aquellos artefactos eléctricos que cumplan entre otras, las funciones de refrigeración y

congelación de alimentos, Iluminación, acondicionamiento de aire, lavado y secado de ropas, fuerza de accionamiento eléctrico, etc.

El uso de la etiqueta de eficiencia energética permite que el consumidor cuente con un elemento adicional que le ayude, a la hora de decidir la compra de un nuevo electrodoméstico o artefacto eléctrico, a optimizar su compra por comparación, considerando la variable eficiencia energética del equipo.

La Etiqueta ordena los artefactos de acuerdo a clases de eficiencia energética (**A** más eficiente hasta **G** menos eficiente). En el caso de aparatos para refrigeración domésticos (heladeras y freezers) la etiqueta informa además el consumo anual de energía, volumen de alimentos frescos y congelados, cantidad de estrellas y nivel de ruido. El esquema de la etiqueta se puede observar en las Figuras 2 y 3.

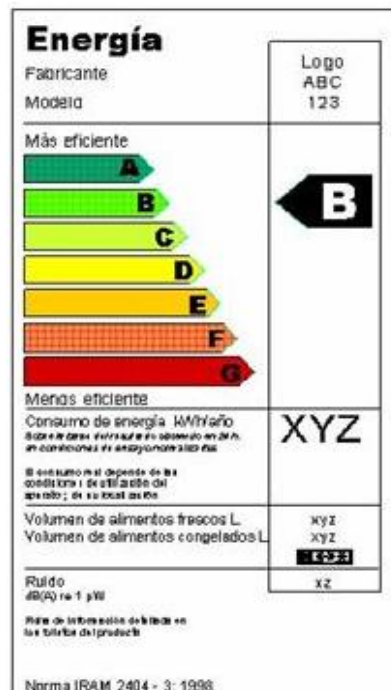


Figura 2

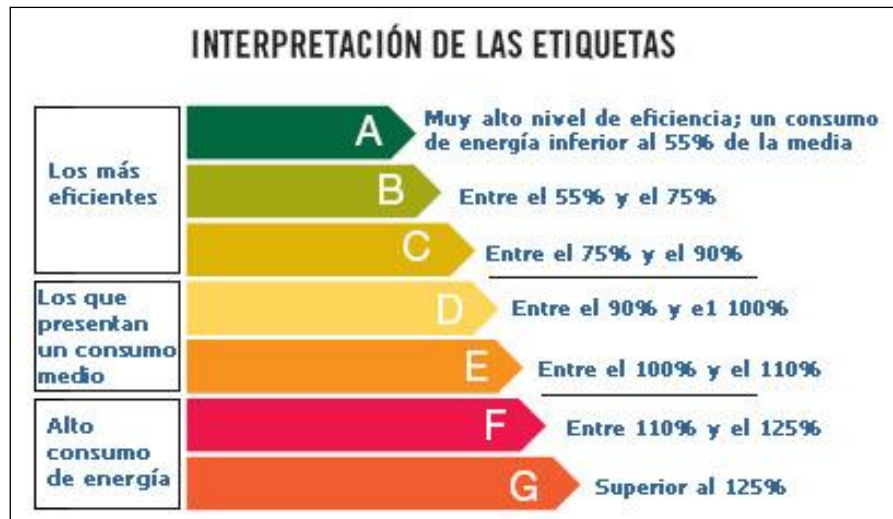


Figura 3

Fundamentada en el alto grado de participación que el uso Iluminación tiene en el consumo residencial de energía eléctrica (aprox. 32%), la Dirección Nacional de Promoción en la segunda mitad de 2006 puso en vigencia la resolución que implementa el etiquetado obligatorio para lámparas incandescentes y fluorescentes de iluminación general, incluidas dentro de éstas últimas, las Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) comúnmente llamadas de “bajo consumo”. Estas etiquetas son similares a las anteriores.

Proyecto GEF de eficiencia energética en Argentina

La Secretaría de Energía está impulsando el Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina ante el Fondo para el Medioambiente Mundial (GEF – Global Environment Facility) a través del Banco Mundial, que oficia de Organismo de Ejecución del GEF, con la participación confirmada de las empresas distribuidoras de energía eléctrica EDENOR, EDESUR y EPEC de la Provincia de Córdoba.

El Proyecto de Eficiencia Energética propuesto, tiene como objetivo hacer más eficiente el suministro y el uso de la energía en la República Argentina, reduciendo su costo para los consumidores y contribuyendo a la sustentabilidad del sector energético en el largo plazo. El objetivo global del proyecto es reducir las emisiones de gases que pueden aumentar el riesgo del cambio de clima mediante la remoción sistemática de las barreras que impiden las actividades y las inversiones en eficiencia energética y conservación de energía.

Los objetivos de desarrollo del Proyecto son contribuir i) a reducir las inversiones en expansión de la infraestructura energética; ii) a reducir la factura energética

de los usuarios; iii) a incrementar la competitividad de los sectores productivos; iv) a instalar el cambio cultural en la sociedad hacia un consumo sustentable de la energía.

Las principales actividades del Proyecto son: (i) promover la penetración en el mercado de prácticas y tecnologías energéticamente eficientes, inclusive mediante mecanismos para el financiamiento de inversiones en eficiencia energética por parte de empresas de servicios energéticos (ESEs); (ii) facilitar la ejecución de proyectos de gestión de la demanda (DSM - Demand Side Management) por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica; y (iii) proveer asistencia técnica para apoyar la promoción y gestión del Proyecto.

Programa de ahorro y eficiencia energética en edificios públicos

Los edificios públicos de la Nación, así como de los Estados Provinciales y de los municipios representan un potencial de ahorro energético similar al potencial de los edificios comerciales. La Secretaría de Energía ha expresado su prioridad de iniciar un programa específico de eficiencia energética en los edificios públicos de la Administración Pública Nacional.

Para abordar esta tarea, en el ámbito de la Dirección Nacional de Promoción se crea el Programa de Ahorro y Eficiencia Energética en Edificios Públicos, con el objeto de desarrollar:

- Metodologías de estudio de eficiencia energética en edificios.
- Reglamentaciones en esta materia.
- Tecnologías convenientes para cada región del país.
- Experiencias programadas para distintas zonas climáticas, destinadas a optimizar las instalaciones en los edificios de cada zona.

Etiquetado energético edificios

Desde 2009 en que se aprobó la Norma IRAM 11900 el país cuenta con un protocolo e indicadores de etiquetado de edificios a fin de regular la eficiencia energética en calefacción.

Este etiquetado lo implementarán las empresas distribuidoras de gas natural por red a partir del 2010 para todo edificio que solicite el servicio. El sistema informatizado realizado a instancias de la Secretaría de Energía de la Nación y el Ente Nacional regulador del Gas se centralizará en el INDEC.

Los profesionales de la construcción (arquitectos, ingenieros civiles y técnicos) tendrán la responsabilidad legal por la confección del expediente. La empresa de gas ingresará la información al sistema y entregará la etiqueta (similar a la usada en refrigeradores) para ser ubicada en el medidor de gas.

El indicador se denomina (τ) y resulta de la diferencia de temperatura ponderada entre una temperatura interior de confort de 20 °C y las temperaturas superficiales interiores de muros, techos, ventanas, puertas, tabiques y pisos en contacto con el aire exterior. Se definieron 7 niveles de eficiencia energética de A = 1 °C a G = 4 °C.

Certificación edilicia

Existen dos organismos con capacidad de certificar la calidad energética, la eficiencia energética edilicia o el grado de sustentabilidad y son el IRAM y el INTI.

Para esto los comitentes deben celebrar un convenio con dichos organismos y solicitar que Normas desea certificar. En el caso de la Provincia de Buenos Aires el poder de policía y responsable de la certificación recae en los municipios. Hay que recordar que en la Provincia de Buenos Aires habita más del 50% de la población del país pero consume más del 70% de la energía primaria en funcionamiento de los edificios.

ANEXO III

Datos extra sobre tecnologías y técnicas para la construcción ecoeficiente

Instalación de calefacción central

Bomba de Calor

Se presenta la posibilidad de instalar un sistema de calefacción con bomba de calor, sobre todo teniendo en cuenta que estos edificios dispondrán también de un sistema de refrigeración. Estos equipos, además de servir para calefacción y refrigeración, ofrecen un mejor rendimiento.

Aún así, sus características desaconsejan su utilización en este caso. En primer lugar es un sistema que requiere un gran consumo energético ya que apenas proporciona inercia térmica al local que está calefaccionando. Es decir, la sensación de confort desaparece al desconectar el equipo. Por otro lado, el sistema de calefacción mediante convectores de aire, provoca una distribución heterogénea de temperaturas, alterando la sensación de confort del usuario. Este fenómeno provoca además el movimiento de las capas de aire caliente, causando un mayor movimiento de polvo y creando un entorno menos higiénico y saludable que el de otros sistemas.

Calefacción por suelo radiante

El cuerpo humano percibe una temperatura de confort que es la media aritmética entre la temperatura ambiente y la temperatura media de las superficies que le rodean. Se ha demostrado que con este sistema se puede garantizar la sensación de confort en invierno con temperaturas de 18-19°C mientras que con los sistemas tradicionales serían necesarios 20-21°C. Según el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE) es correcto calcular un ahorro energético del 5% por cada grado, por lo tanto se podría alcanzar hasta un 15% de ahorro respecto a otros sistemas de calefacción. El suelo radiante actúa además como un acumulador de calor, permite consumir energía en horas de bajo costo (tarifa nocturna) garantizando una sensación de confort durante las 24 horas del día teniendo el generador en funcionamiento entre 6 y 8 horas ya que una vez fuera de servicio el generador, el suelo disminuye entre 0,5-1°C por hora su temperatura.

El suelo radiante garantiza prácticamente la ausencia de movimiento de aire ya que la diferencia de temperaturas entre el suelo y el ambiente es mínima. Así pues, es un sistema más saludable ya que no se produce el movimiento de polvo. Por último, y desde el punto de vista estético, este sistema es invisible ya que todos los elementos se encuentran por debajo del suelo.

El mantenimiento de la instalación es el único aspecto reprochable a este sistema de calefacción. En caso de que se produzca cualquier avería en la instalación será necesario levantar el suelo de la zona afectada para proceder a la reparación.

Calefacción por radiadores

El sistema de calefacción por radiadores está instalado mayoritariamente en nuestro país. Es especialmente adecuado para zonas con temperaturas mínimas bajas, donde el sistema de calefacción con bomba de calor, una alternativa posible desde el punto de vista económico, tendría un rendimiento bajo.

No obstante, para este caso de estudio, donde la eficiencia energética y la sostenibilidad son criterios prioritarios, queda descartado por la temperatura de utilización del agua, que oscila entre 80°C y 90°C mientras que en el suelo radiante está entre 35°C y 45°C. Así pues, esta opción, además del ahorro energético provocado por la reducción de pérdidas en la caldera y las conducciones, nos ofrece la posibilidad de instalar un generador de calor de baja temperatura. Estos equipos se caracterizan por su elevado rendimiento y su bajo nivel de emisiones de NO_x.

ANEXO IV

En este anexo se agregan las tablas detalladas de consumos energéticos para los casos presentados en el punto 7.

Gastos Energéticos de caso relevado

La siguiente es la tabla completa donde se presentan los gastos energéticos del caso relevado:

Elemento	Cantidad	Potencia (Kw)	Uso diario (H)	Consumo Total Diario (en Kwh)	Consumo Total Mensual (en Kwh)	Meses de uso al año	Consumo Total Anual (en Kwh)
<i>Planta Baja</i>							
A/A 12.000 frig/h	2	0,9	17	30,60	918	5	4.590
Lámparas dicroicas	7	0,06	24	9,24	277,2	12	3.326,4
Lámparas dicroicas	21	0,06	17	19,60	589	12	7.068,6
Lámparas Inc.	2	0,08	24	3,6	108	12	1.296
<i>1^{er} a 8^{vo} Piso</i>							
Ventiladores de techo	40	0,3	8	96	2.880	6	17.280
Televisor	72	0,1	5	36	1.080	12	12.960
Secador de Pelo	72	0,8	0,5	28,8	864	12	10.368
Luz halógena de baños	72	0,1	2	14,4	432	12	5.184
Lámpara habitaciones	72	0,3	8	172,8	5.184	12	62.208
Lámpara de entrada	72	0,08	8	43,2	1.296	12	15.552
Lámparas de noche	147	0,08	2	88,2	2.646	12	31.752
Lámparas de pasillos	120	0,1	10	120	3.600	12	43.200
Ducha Eléctrica	72	3	1	216	6.480	12	77.760
<i>Noveno Piso</i>							
Lámparas de techo	5	0,1	10	5	150	12	1.800
Lámparas de escritorio	5	0,08	8	3	90	12	1.080
Lámparas de pasillo	5	0,1	10	5	150	12	1.800

Luces de almacenes	3	0,1	8	2,4	72	12	864
Lámparas Lavandería	3	0,1	8	2,4	72	12	864
<i>Ascensores y escaleras</i>							
Ascensores de uso general	2	0,05	24	2,2	66	12	792
Ascensores p/ personal	1	0,04	24	1,03	30,96	12	371,52
Luces de escaleras	18	0.1	2	3.6	108	12	1.296
<i>Subsuelos</i>							
Calderas	1	9	24	216	6480	12	77.760
Bombas	1	7,46	24	179	5371,2	12	64.454,5
Compresores	1	0,75	24	17,9	537,1	12	6.445,5
Heladera	1	0,35	24	8,4	252	12	3.024
Microondas	1	1	0,5	0,5	15	12	180
Cafetera	1	0,8	2	1,6	48	12	576
TOTAL							453.852

En la siguiente tabla se encuentran los consumos energéticos afectados por el porcentaje de ocupación presentado en el capítulo 7:

Elemento	Consumo Teórico Total Mensual (en Kw)	Meses de uso al año	Consumo 2006 (en Kwh)	Consumo 2007 (en Kwh)	Consumo Total del Período de Estudio (KWH)
<i>Planta Baja</i>					
A/C 12.000 frig/h	918	5	4.590	4.590	9.180
Lámparas Dicroicas	277,2	12	3.326,4	3.326,4	6.653
Lámparas Dicroicas	589	12	7.068,6	7.069,6	14.137
Lámparas Incand.	108	12	1.296	1.296	2.592
<i>1^{er} a 8^{vo} Piso</i>					
Venti. de techo	2.880	6	14.861	15.805	30.666
Televisor	1.080	12	11.402,6	11.983,7	23.386
Secador de Pelo	864	12	9.122,1	9.586,9	18.709
Halógena de baños	432	12	4.561	4.793,5	9.355
Lámp. habitaciones	5.184	12	54.737,7	57.521	112.254
Lámp. de entrada	1.296	12	13.683,2	14.380,4	28.064
Lámparas de noche	2.646	12	27.963,5	29.360	57.296
Lámp. de pasillos	3.600	12	43.200	43.200	86.400
<i>Oficinas</i>					
Lámparas de techo	150	12	1.800	1.800	3.600

Lámp. de escritorio	90	12	1.080	1.080	2.160
Lámp. de pasillo	150	12	1.800	1.800	3.600
Luces de almac.	72	12	864	864	1.728
Lámp.Lavandería	72	12	864	864	1.728
<i>Ascensores y escaleras</i>					
Ascens. p/ uso gral	66	12	697	732	1.429
Ascens. p/ personal	30,9	12	327	344	670
Luces de escaleras	108	12	1.296	1.296	2.592
<i>Subsuelos</i>					
Calderas	6.480	12	77.760	77.760	155.520
Bombas	5371,2	12	64.454	64.454	128.909
Compresores	537,1	12	6.445	6.445	12.891
Heladera	252	12	3.024	3.024	6.048
Microondas	15	12	180	180	360
Cafetera	48	12	576	576	1.152
TOTAL			356.947	364.132	721.080

La siguiente tabla es la tabla completa de gastos energéticos para el caso estandarizado mencionada en el apartado 7.2:

Elemento	Cantidad	Potencia (Kw)	Uso diario (hs)	Consumo Total Diario (en Kwh)	Consumo Total Mensual (en Kwh)	Meses de uso al año	Consumo Total Anual (Kwh)
<i>Planta Baja</i>							
A/A 12.000 frig/h	3	0,9	17	45,9	1377	5	5.885
Lámparas dicróicas	10	0,06	24	13,2	396	12	4.752
Lámparas dicróicas	30	0,06	17	28	841,5	12	10.098
Lámparas Inc.	3	0,08	24	5,4	162	12	1.944
<i>Primero a Octavo Piso</i>							
Ventiladores de techo	40	0,3	8	96	2880	6	17.280
Televisor	72	0,1	5	36	1080	12	12.960
Secador de Pelo	72	0,8	0,5	28,8	864	12	10.368
Luz halógena de baños	72	0,1	2	14,4	432	12	5.184
Lámpara habitaciones	72	0,4	8	230,4	6.912	12	82.944
Lámpara de	72	0,08	8	43,2	1.296	12	15.552

Ecodiseño Aplicado a la Construcción

entrada							
Lámparas de noche	147	0,08	2	22	661,5	12	7.938
Lámparas de pasillos	168	0,1	10	168	5.040	12	60.480
A/C particulares	72	0,3	4	86,4	2.592	5	12.960
Ducha Eléctrica	72	3	1	216	6.480	12	77.760
Heladeritas	72	0,04	24	72	2160	12	25.920
<i>Noveno Piso</i>							
Lámparas de techo	5	0,1	10	5	150	12	1.800
Lámparas de escritorio	5	0,08	8	3	90	12	1.080
Lámparas de pasillo	21	0,1	10	21	630	12	7.560
Luces de almacenes	3	0,1	8	2,4	72	12	864
Lámparas Lavandería	3	0,1	8	2,4	72	12	864
Ventiladores de techo	2	0,3	8	4,8	144	5	720
Lavarropas	3	0,6	16	28,8	864	12	10.368
Secarropas	3	5	16	240	7.200	12	86.400
A/C particulares	1	0,3	8	2,4	72	5	360
<i>Ascensores y escaleras</i>							
Ascensores de uso general	3	0,05	24	3,6	108	12	1.296
Ascensores p/ personal	1	0,05	24	1,2	36	12	432
Luces de escaleras	18	0,1	2	3,6	108	12	1.296
<i>Subsuelos</i>							
Calderas	1	9	24	216	6480	12	77.760
Bombas	1	7,46	24	179	5371,2	12	64.454,5
Compresores	1	0,75	24	17,9	537,1	12	6.445,5
Heladera	1	0,35	24	8,4	252	12	3.024
Microondas	1	1	0,5	0,5	15	12	180
Cafetera	1	0,8	2	1,6	48	12	576
TOTAL							618.505

La siguiente tabla presenta la descripción de los gastos energéticos del caso modelo mencionada en el apartado 7.3:

Elemento	Cantidad	Potencia (Kw)	Uso diario (hs)	Consumo Total Diario (en Kwh)	Consumo Total Mensual (en Kwh)	Meses de uso al año	Consumo Total Anual (en Kwh)
<i>Planta Baja</i>							
A/A Central	1	0,54	17	27,5	826,2	5	4.131
Lámp. Fluoresc. bajo Consumos	10	0,01	24	2,64	79,2	12	950
	30	0,01	17	5,61	168,3	12	2.020
Lámparas Inc.	3	0,08	24	5,4	162	12	1.944
<i>Primero a Octavo Piso</i>							
Ventiladores de techo	40	0,3	8	96	2880	6	17.280
Televisor	72	0,07	5	25,2	756	12	9.072
Secador de Pelo	72	0,56	0,5	14,4	432	12	5.184
Luz halógena de baños	72	0,1	2	14,4	432	12	5.184
Lámpara habitaciones	72	0,08	8	46,1	1.382,4	12	16.589
Lámpara de entrada	72	0,01	8	8,64	259,2	12	3.110
Lámp. de noche	147	0,08	2	22	661,5	12	7.938
Lámparas de pasillos	168	0,02	10	33,6	1008	12	12.096
A/C Central (bocas de salida)	72	0,12	4	34,5	1036,8	5	5.184
A/C particulares	72	0,3	4	86,4	2.592	5	12.960
Ducha Eléctrica	22	3	1	64,8	1.944	12	23.328
Heladeritas	72	0,03	24	50,4	1512	12	18.144
<i>Noveno Piso</i>							
Lámparas de techo	5	0,02	10	1	30	12	360
Lámparas de escritorio	5	0,08	8	3	90	12	1.080
Lámparas de pasillo	21	0,02	10	4,2	126	12	1.512
Luces de almacenes	3	0,02	8	0,5	14,4	12	173
Lámparas Lavandería	3	0,02	8	0,5	14,4	12	173
Ventiladores de techo	2	0,3	8	4,8	144	5	720

Ecodiseño Aplicado a la Construcción

Lavarropas	3	0,3	16	14,4	432	12	5.184
Secarropas	3	2,5	16	120	3.600	12	43.200
A/C Central	1	0,18	8	1,44	43,2	5	216
<i>Ascensores y escaleras</i>							
Ascensores de uso general	3	0,02	24	1,2	36	12	432
Ascensores p/ personal	1	0,02	24	0,5	15	12	180
Luces de escaleras	18	0,02	2	0,72	21,6	12	259
<i>Subsuelos</i>							
Calderas	1	5	24	110	3.305	12	39.658
Bombas	1	7	24	179	5.371	12	64.454
Compresores	1	0,75	24	17,9	537,1	12	6.445
Heladera	1	0,2	24	5	151	12	1.814
Microondas	1	1	0,5	0,5	15	12	180
Cafetera	1	0,8	2	1,6	48	12	576
TOTAL							336.754

ANEXO V

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos del cálculo aleatorio de las variables para el gasto proyectado de los hoteles para el año 2020:

	X	Y	Z	W	Q	CT
CASO 1	6222	1010	1737	644	397	5.695.268.261
CASO 2	1397	5835	1582	41	1155	4.511.400.210
CASO 3	6017	1215	223	1121	1434	5.209.890.277
CASO 4	937	6295	688	168	1922	4.134.013.199
CASO 5	1505	5727	2619	90	69	4.873.819.400
CASO 6	6265	967	1190	579	1009	5.522.482.704
CASO 7	1179	6053	2023	251	504	4.625.477.272
CASO 8	25	7207	2677	19	82	4.555.907.830
CASO 9	435	6797	2670	105	3	4.653.458.439
CASO 10	5820	1412	344	169	2265	5.110.731.555
CASO 11	7135	97	2311	374	93	6.056.450.440
CASO 12	7078	154	2045	603	130	5.980.869.129
CASO 13	4223	3009	2722	5	51	5.503.729.632
CASO 14	5420	1812	2397	31	350	5.668.301.443
CASO 15	1364	5868	2235	324	219	4.742.077.835
CASO 16	3576	3656	91	1744	943	4.685.571.218
CASO 17	1566	5666	496	779	1503	4.272.780.981
CASO 18	1779	5453	2300	113	365	4.834.507.222
CASO 19	4805	2427	152	1512	1114	4.955.882.643
CASO 20	4135	3097	2374	220	184	5.393.487.301
CASO 21	386	6846	1498	625	655	4.317.065.939
CASO 22	2383	4849	1572	355	851	4.758.802.210
CASO 23	939	6293	1490	1086	202	4.483.245.863
CASO 24	1414	5818	1285	1380	113	4.552.172.060
CASO 25	1309	5923	526	1500	752	4.296.556.313
CASO 26	4042	3190	1858	177	743	5.202.567.178
CASO 27	3070	4162	1562	193	1023	4.892.522.991
CASO 28	6551	681	811	377	1590	5.444.278.932
CASO 29	2567	4665	2150	177	451	4.968.054.822
CASO 30	4899	2333	2403	57	318	5.556.797.361
CASO 31	731	6501	214	1282	1282	4.045.938.087
CASO 32	1559	5673	2244	279	255	4.783.938.253
CASO 33	2112	5120	2068	512	198	4.873.522.518
CASO 34	5041	2191	403	605	1770	4.999.400.655
CASO 35	2931	4301	2645	132	1	5.203.853.668
CASO 36	5809	1423	842	229	1707	5.274.387.978
CASO 37	2905	4327	67	129	2582	4.368.624.516
CASO 38	1743	5489	506	436	1836	4.281.464.791

CASO 39	5680	1552	2445	321	12	5.770.330.027
CASO 40	644	6588	1217	550	1011	4.276.714.673
CASO 41	6404	828	847	1927	4	5.576.515.301
CASO 42	329	6903	1155	1147	476	4.245.715.202
CASO 43	5838	1394	1387	146	1245	5.447.915.741
CASO 44	1787	5445	2539	162	77	4.918.005.397
CASO 45	245	6987	912	350	1516	4.069.985.562
CASO 46	3052	4180	2450	232	96	5.177.975.419
CASO 47	1780	5452	1771	654	353	4.718.129.321
CASO 48	2502	4730	1743	1019	16	4.906.006.400
CASO 49	494	6738	2735	0	43	4.677.110.070
CASO 50	5495	1737	163	237	2378	4.986.882.114
CASO 51	1604	5628	818	1655	305	4.471.494.268
CASO 52	6735	497	323	580	1875	5.348.385.916
CASO 53	6949	283	416	1248	1114	5.492.052.258
CASO 54	1181	6051	57	1608	1113	4.127.902.370
CASO 55	7010	222	546	611	1621	5.484.407.536
CASO 56	1884	5348	1243	72	1463	4.513.874.230
CASO 57	4510	2722	1183	676	919	5.139.059.084
CASO 58	5725	1507	1797	446	535	5.584.308.464
CASO 59	1562	5670	678	441	1659	4.296.976.897
CASO 60	6102	1130	1951	469	358	5.720.057.941
CASO 61	4443	2789	2493	264	21	5.504.694.500
CASO 62	2788	4444	2735	38	5	5.191.656.749
CASO 63	4760	2472	2738	6	34	5.628.543.941
CASO 64	680	6552	1665	762	351	4.449.797.112
CASO 65	1523	5709	506	1354	918	4.323.325.210
CASO 66	1751	5481	516	834	1428	4.325.848.710
CASO 67	3682	3550	1554	243	981	5.031.167.072
CASO 68	1394	5838	364	2161	253	4.328.792.794
CASO 69	6866	366	1643	1079	56	5.851.477.883
CASO 70	4291	2941	599	925	1254	4.927.109.791
CASO 71	2344	4888	1828	939	11	4.890.246.893
CASO 72	6517	715	1654	846	278	5.754.248.897
CASO 73	96	7136	1801	369	608	4.324.611.700
CASO 74	3938	3294	2673	104	1	5.434.308.631
CASO 75	1259	5973	2339	129	310	4.732.849.740
CASO 76	1198	6034	492	1267	1019	4.237.847.819
CASO 77	4334	2898	2457	250	71	5.467.460.499
CASO 78	3715	3517	1263	727	788	4992819762
CASO 79	4356	2876	156	177	2445	4.725.081.318
CASO 80	2220	5012	279	409	2090	4.311.994.198
CASO 81	6589	643	1272	258	1248	5.589.231.763
CASO 82	692	6540	2758	5	15	4.729.089.230
CASO 83	2460	4772	2591	18	169	5.070.330.809

CASO 84	3198	4034	1309	300	1169	4.850.241.989
CASO 85	6524	708	2234	252	292	5.883.565.923
CASO 86	2276	4956	1305	52	1421	4.619.119.041
CASO 87	2655	4577	6	190	2582	4.299.376.696
CASO 88	5323	1909	435	894	1449	5.101.082.877
CASO 89	4058	3174	2429	53	296	5.377.505.132
CASO 90	6318	914	630	1120	1028	5.407.712.916
CASO 91	5942	1290	1819	659	300	5.660.780.422
CASO 92	3660	3572	683	1031	1064	4.824.116.338
CASO 93	3194	4038	946	1802	30	4.881.241.460
CASO 94	5051	2181	331	2148	299	5.131.166.960
CASO 95	5945	1287	1807	188	783	5.610.978.399
CASO 96	2089	5143	1427	1229	122	4.733.196.103
CASO 97	3625	3607	580	1453	745	4.824.957.505
CASO 98	6440	792	2345	136	297	5.889.082.987
CASO 99	853	6379	1682	873	223	4.504.769.837
CASO 100	3707	3525	2049	254	475	5.197.025.373