UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES CASO: OTEPI-ENERGÍA

presentado por
Rodríguez González, Zuleyma

para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
MSc Alberti, Amada Margarita

Caracas, noviembre de 2010

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES CASO: OTEPI-ENERGÍA

presentado por
Rodríguez González, Zuleyma

para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor
MSc Alberti, Amada Margarita

Caracas, noviembre de 2010

DEDICATORIA

A mi muchachito, mi pequeño Antonio, lo más maravilloso que Dios me dio.

A mi mami, que junto a mi pequeño, son los ángeles que siempre me acompañan e iluminan mi camino, ayudándome a continuar a pesar de todo.

A Javier y Sonia, mis hijos de corazón, y a su mamá quien me dio su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi familia y a las personas que me demostraron su cariño y me cuidaron cuando no podía sostenerme, especialmente a todos mis queridos hermanos, al Padre Carmelo Salvatierra (SJ) (QEPD) y a mis queridos amigos de siempre.

A ellos les dedico el éxito de esta meta.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, por haberme permitido terminar con bien y en el tiempo establecido.

Mi más sincero agradecimiento es para OTEPI y su equipo de alta gerencia, que me otorgó el financiamiento de mis estudios y me apoyó en los momentos tan difíciles que me tocó vivir.

Mi agradecimiento es también para Luis Eduardo Paul Kehrhahn y Antonello Lilliu, por sus sugerencias y comentarios valiosos.

También agradezco profundamente a Margarita, cuyos consejos y sugerencias han sido de gran importancia no solo para la realización de esta investigación, sino también en muchos aspectos de mi vida.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES CASO: OTEPI-ENERGÍA

Autor: Zuleyma Rodríguez González
Asesor: Amada Margarita Alberti
Año: 2010

RESUMEN

Sin duda la energía es el motor que mueve nuestra sociedad, sin embargo, el incremento desmesurado del consumo energético y sus consecuencias sobre la economía y el medio ambiente, ha hecho entender la importancia de racionalizar los recursos y buscar alternativas más accesibles y limpias. La Agencia Internacional de Energía de Estados Unidos (IEA) ha identificado las edificaciones como responsables del 40% del consumo energético mundial y a la Eficiencia Energética como la mejor opción para disminuirlo. Dentro de este contexto la Corporación *OTEPI*, una de las grandes empresas de ingeniería de Venezuela, ha decidido iniciar las operaciones de la Unidad de Negocios *OTEPI Energía,* División de Eficiencia Energética, como parte de un plan estratégico para ampliar su oferta de servicios. En este sentido, se elabora en este trabajo una Metodología para la Gestión de Proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones tanto residenciales como comerciales, bien sean nuevas o existentes, basada en los lineamientos del *Project Management Institute (PMI)*, adaptada a los fundamentos de la Corporación *OTEPI* y en función del estado del arte a nivel mundial. La metodología incluye fundamentalmente la climatización de los espacios, iluminación, sistemas de calentamiento de agua sanitaria, equipos, diseño arquitectónico y auditoría energética. Se establecen además las mejores prácticas, métodos, herramientas y códigos reconocidos por los especialistas para orientar en la búsqueda de soluciones. La investigación realizada fue de tipo Proyectiva, con nivel descriptivo y diseño no experimental, usando la observación documental y la presentación resumida de textos como técnicas de recolección y análisis de la información. La línea de trabajo es *Formulación de Proyectos de Inversión Social*.

Palabras clave: *Energía, electricidad, cambio climático, ahorro energético, eficiencia energética, edificaciones residenciales, edificaciones comerciales, edificios nuevos, edificios existentes, gestión de proyectos.*

INDICE GENERAL

LISTA DE INFOGRAMAS.....iv

LISTA DE TABLAS v

LISTA DE ACRÓNIMOS.....vii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....5

1.1. Planteamiento y Delimitación de la Problemática.....5

1.1.1. Síntomas y Causas.....5

1.1.2. Pronóstico.....8

1.1.3. Control al Pronóstico.....9

1.1.4. Formulación de la Problemática.....9

1.1.5. Sistematización de la Problemática 10

1.2. Justificación de la investigación 10

1.3. Objetivos de la investigación 12

1.3.1. Objetivo General.....13

1.3.2. Objetivos Específicos.....13

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL 14

2.1. Consideraciones generales 14

2.2. Antecedentes de la investigación 15

2.3. Marco Teórico 57

2.3.1. Eficiencia Energética 57

2.3.2. Envolvente del edificio 57

2.3.3. Arquitectura eficiente 58

2.3.4. Auditoría Energética 58

2.3.5. Indicadores 59

2.3.6. Gerencia de Proyectos 61

2.4. Marco Conceptual 64

2.5. Base Legal en Latinoamérica 65

2.5.1. Instrumentos legales 65
2.5.2. Programas e Iniciativas 70

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO 76

3.1. Tipo de investigación 76
3.2. Diseño de la investigación 77
3.3. Población y Muestra del estudio 77
3.4. Técnicas de recolección y análisis de la información 78
3.5. Procedimiento metodológico 79
3.6. Consideraciones éticas y legales 80

CAPÍTULO IV MARCO ORGANIZACIONAL 83

4.1. Reseña histórica 83
4.2. Fundamentos Estratégicos 85
4.3. Plan de futuro 86
4.4. Estructura Organizativa 87

CAPÍTULO V DESARROLLO DEL PROYECTO 90

5.1. Aspectos relevantes a considerar 90
5.1.1. Áreas de investigación. 90
5.1.2. Nuevas edificaciones. Diseño de una arquitectura eficiente. 93
5.1.3. Edificaciones existentes. Auditorías Energéticas. 95
5.2. Prácticas, métodos, herramientas y normas 97
5.2.1. Buenas prácticas 97
5.2.2. Métodos y Herramientas 102
5.2.3. Códigos, Estándares y Manuales 103
5.3. Marco General de Estándares y Procedimientos propuesto 108
5.4. Metodología propuesta 110
5.4.1. Procesos de Inicio 111
5.4.2. Procesos de Planificación 112
5.4.3. Procesos de Ejecución 115
5.4.4. Procesos de Seguimiento y Control 116
5.4.5. Procesos de Cierre 116

5.4.6. Metodología propuesta 116

CAPÍTULO VI ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS 125

6.1. Objetivo Específico 1 125

6.2. Objetivo Específico 2 127

6.3. Objetivo Específico 3 128

6.4. Objetivo Específico 4 129

CAPÍTULO VII EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS 135

7.1. Objetivo Específico 1 135

7.2. Objetivo Específico 2 135

7.3. Objetivo Específico 3 136

7.4. Objetivo Específico 4 136

CAPÍTULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 137

8.1. Conclusiones 137

8.2. Recomendaciones 139

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 140

ANEXOS 145

LISTA DE INFOGRAMAS

N°	*Título del Infograma*	*Pág.*
1	*Esquema del mecanismo de efecto invernadero*	*11*
2	*Uso de la electricidad en un edificio típico comercial*	*35*
3	*Caso Base de Uso de la Energía*	*38*
4	*Uso de energía primaria en edificios residenciales y comerciales de los Estados Unidos*	*39*
5	*Etiqueta de eficiencia energética en edificios ubicados en territorio español*	*46*
6	*Índice de Calificación Energética para una vivienda unifamiliar*	*47*
7	*Consumo energético en los diferentes sectores*	*49*
8	*Uso de la energía en edificios residenciales*	*50*
9	*Procedimiento para calcular consumos eléctricos domésticos.*	*60*
10	*Grupos de Procesos en la Gerencia de Proyectos*	*61*
11	*La Corporación OTEPI*	*87*
12	*Esquema organizativo de OTEPI Ingeniería y Proyectos*	*88*
13	*Esquema organizativo de OTEPI Servicios de Energía*	*88*
14	*Alcance de los Servicios de OTEPI Servicios de Energía*	*86*
15	*Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones nuevas*	*113*
16	*Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes*	*113*
17	*Metodología general para proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes*	*117*
18	*Equipo de Diseño propuesto*	*118*
19	*Metodología de trabajo propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones nuevas*	*119*
20	*Metodología de trabajo propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes*	*122*

LISTA DE TABLAS

N°	*Título de la Tabla*	*Pág.*
1	*Revisión Bibliográfica*	*16*
2	*Lámparas de alta eficacia*	*30*
3	*Recomendaciones para la especificación de luminarias*	*31*
4	*Opciones para mejorar la Eficiencia Energética en edificaciones existentes de tipo Residencial*	*41*
5	*Opciones para mejorar la Eficiencia Energética en edificaciones existentes de tipo Comercial*	*42*
6	*Comparación entre un edificio típico residencial existente con otro calificado como energéticamente eficiente*	*43*
7	*Comparación entre un edificio típico comercial existente con otro calificado como energéticamente eficiente*	*44*
8	*Calificación de Eficiencia Energética de edificios destinados a viviendas*	*48*
9	*Principales Valores-U para la envolvente de un edificio nuevo, según el código de Suecia*	*53*
10	*Coeficientes de Transferencia de Calor para el cálculo de la Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales - Caso Japón*	*55*
11	*Correspondencia de los Procesos de Dirección de Proyectos a los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos y a las Áreas de Conocimiento*	*62*
12	*Correspondencia de los Procesos de Dirección de Proyectos a los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos y a las Áreas de Conocimiento (Continuación)*	*63*
13	*Marco Legal en Latinoamérica*	*66*
14	*Programas e Iniciativas en Latinoamérica*	*71*
15	*Áreas de Investigación*	*125*
16	*Elementos de la envolvente*	*126*
17	*“Project Charter” propuesto*	*132*

18 *“Project Charter” propuesto (Cont)* *133*

19 *“Project Charter” propuesto (Cont)* *134*

LISTA DE ACRÓNIMOS

ASHRAE: *Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)*

CAVEINEL: *Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica*

CEC: *Comisión de Energía de California de Estados Unidos (California Energy Commission, US)*

CEE: *Comunidad Económica Europea*

CEPAL: *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*

CIV: *Colegio de Ingenieros de Venezuela*

CRRC: *Junta de Calificación de Techos Fríos (Cool Roof Rating Council)*

DOE: *Departamento de Energía de Estados Unidos (Department of Energy, US)*

ENELVEN: *Energía Eléctrica de Venezuela*

EPBD: *Directiva de Comportamiento Energético en Edificios (Energy Performance in Buildings Directive)*

ESO: *Organización Europea de Estándares (European Standards Organization)*

FAU: *Facultad de Arquitectura, UCV*

HERS: *Sistema de Clasificación de Energía en Hogares (Home Energy Rating System)*

HVAC: *Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (Heating, Ventilation and Air Conditioned)*

ICC: *Consejo Internacional de Códigos de Estados Unidos (International Code Council, US)*

IDEC: *Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, FAU, UCV*

IEA: *Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency)*

IECC: *Código Internacional de Conservación de Energía (International Energy Conservation Code)*

MITYC: *Ministerio de Industria y Comercio de España*

OECD: *Organización para el Desarrollo y la Cooperación Económica*

OLADE: *Organización Latinoamericana de Energía*

OTA: *Oficina de Evaluación de Tecnología de Estados Unidos (Office of Technology Assessment, US)*

OTEPI: *Oficina Técnica de Estudios y Planificación Integral*

PMBOK: *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Project Management Body of Knowledge)*

PMI: *Instituto de la Dirección de Proyectos (Project Management Institute)*

RSHGC: *Coeficiente Relativo de Calor Solar Ganado (Relative Solar Heat Gain Coefficient)*

SHAC: *Sistema Integrado de Seguridad, Higiene, Ambiente y Calidad*

SHGC: *Coeficiente de Calor Solar Ganado (Solar Heat Gain Coefficient)*

TDV: *Valoración Dependiente del Tiempo (Time Dependent Valuation)*

UCV: *Universidad Central de Venezuela*

UNEP: *Programas de Ambiente de las Naciones Unidas (United Nations Environment Programme)*

INTRODUCCIÓN

Los cambios en el panorama energético mundial han estado en los últimos años bajo la lupa de Gobiernos y autoridades locales, básicamente por el constante incremento del costo de la energía y por sus implicaciones sobre el medio ambiente.

Las tendencias actuales sobre el uso de la energía demuestran un incremento creciente tanto en el suministro como en el consumo y si se mantienen como fuentes primarias los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural), los pronósticos de los efectos de este incremento en nuestro planeta han disparado las alarmas en muchos sectores, ya que las emisiones de gases producidos en estos procesos, como por ejemplo el dióxido de carbono (CO_2), podrían generar un calentamiento global de consecuencias catastróficas.

Desde el Protocolo de Kyoto, firmado en 1997 por más de 160 naciones, se han tratado de establecer compromisos internacionales para reducir la emisión de dióxido de carbono, pero una de las principales objeciones que se hicieron en el pasado era el temor de algunos países de que este compromiso limitara su crecimiento económico. En estos momentos, esta situación se ha traducido en efectos devastadores producidos por el cambio climático y en una situación crítica en el suministro energético.

Todas las estrategias apuntan a mejorar esa tendencia para conseguir un mayor respeto hacia el medio ambiente y hacia las generaciones futuras, generando un modelo energético sostenible y confiable, que reconozca el potencial de ahorro involucrado en un uso eficiente de la energía, que cubra los requisitos básicos indispensables para obtener mejores condiciones de justicia social y que además, incluya el uso de fuentes de energías renovables y el desarrollo de nuevas tecnologías llamadas “limpias”, con bajas emisiones de carbono.

Dentro de este contexto, la Eficiencia Energética adquiere un significado especialmente importante, porque al optimizar la relación entre la energía consumida y los productos o servicios finales obtenidos, no solo se consigue una reducción del consumo energético en sí mismo, sino también una menor demanda que supone menores necesidades de procesamiento de fuentes primarias y por lo tanto, genera un menor impacto ambiental.

La eficiencia energética es considerada el recurso más importante que tiene un país para asegurar su abastecimiento energético. Entre los muchos beneficios que aporta se pueden mencionar la reducción de la vulnerabilidad producto de la dependencia de fuentes energéticas externas, la reducción de los costos de abastecimiento, el alivio de las presiones sobre los recursos naturales y los beneficios para las familias de bajos recursos que gastan un gran porcentaje de sus ingresos en energía.

Es mundialmente reconocido que el consumo energético en edificios es mayor que en cualquier otro sector de la economía, incluyendo transporte e industria. Las edificaciones son responsables de aproximadamente un 40% [(1)] del consumo de energía final y un porcentaje bastante parecido de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. De aquí la importancia del desarrollo de proyectos de Eficiencia Energética en el sector de las Edificaciones, que permitan construir nuevas instalaciones o reacondicionar las existentes, para beneficio de sus propietarios, de las naciones y de nuestro planeta en general.

---

[1] International Energy Agency (IEA) (2008), Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings; US Department of Energy (DOE), Energy Efficiency and Renewable Energy Department. Building Energy Codes Program (BECP), International Energy Conservation Code (IECC®, 2009).

En este sentido, es natural que las grandes empresas de ingeniería a nivel mundial tengan planteado el tema dentro de sus estrategias corporativas. Entre ellas destaca la Corporación OTEPI, que ha sido una de las primeras empresas venezolanas que ha decidido inclinar la balanza hacia el tema de la eficiencia energética e incorporarlo como plan de negocio.

El objetivo principal de este Trabajo Especial de Grado es elaborar una metodología para desarrollar proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones, tanto residenciales como comerciales, que permitan a la Corporación OTEPI incursionar en el área de una forma competitiva y efectiva. Para lograr este objetivo, el trabajo es estructurado en nueve capítulos los cuales son descritos a continuación:

El Capítulo I es denominado “Propuesta de Investigación” y es allí donde se plantea y delimita el problema, se justifica la investigación y se establecen los objetivos generales y específicos del trabajo.

El Capítulo II está compuesto por el “Marco Teórico y Conceptual” y resume los antecedentes más importantes conseguidos e indica los fundamentos teóricos que soportan la investigación. Además contiene los conceptos asociados con el estudio que ayudan a entender mejor el problema, así como también un breve resumen de la base legal existente en Latinoamérica relacionada con la investigación.

El Capítulo III es identificado como “Marco Metodológico” y explica el tipo de investigación a realizar y los instrumentos usados para llevarla a cabo con éxito, además de algunas consideraciones éticas de vital importancia.

El Capítulo IV denominado “Marco Organizacional”, contiene una breve explicación de la organización objeto del estudio, desde su nivel Corporativo hasta el de la Unidad de Negocios recientemente creada.

En el Capítulo V se incluye el “Desarrollo del Proyecto” y es el más importante del trabajo, porque describe el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos planteados en la presente investigación con base en toda la información recopilada.

En el Capítulo VI se realiza el “Análisis de los Resultados” obtenidos y se explican las respuestas a la formulación de la problemática de la presente investigación.

En el Capítulo VII se hace una “Evaluación de los Resultados” en función de los objetivos generales y específicos planteados en la presente investigación.

El Capítulo VIII llamado “Conclusiones y Recomendaciones”, presenta las conclusiones con base en los objetivos planteados e incluye un grupo de recomendaciones para la implantación de la propuesta.

Finalmente, se presentan las referencias bibliográficas que fueron usadas para elaborar el presente Trabajo Especial de Grado.

CAPÍTULO I
PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento y Delimitación de la Problemática

1.1.1. Síntomas y Causas

El panorama energético mundial ha obligado, hoy más que nunca, a entender la importancia que tiene el uso responsable de los recursos energéticos, en la búsqueda de soluciones que permitan resolver las fallas en el suministro y reducir el impacto sufrido por nuestro planeta, los cuales se han convertido en los grandes más problemas de nuestra sociedad actual y han sido producidos por un uso de la energía históricamente indiscriminado y sin respeto alguno por el medio ambiente.

La energía es sin duda un elemento esencial para el bienestar del ser humano y para la producción de bienes y servicios requeridos para satisfacer sus necesidades. Poco a poco los países desarrollados y aquellos que están en vías de hacerlo, han ido incorporando programas y regulaciones en sus respectivas legislaciones, con el propósito fundamental de concientizar a la población y garantizar un crecimiento económico sustentable, basado en un suministro de energía seguro y competitivo.

Pero cuando se habla de “Energía” se habla de un concepto muy amplio y con muchas acepciones. El término se asocia en principio a todas las “fuentes primarias” disponibles en la naturaleza que no son utilizables directamente sin antes haberlas transformados, como lo son por ejemplo los llamados “combustibles fósiles” (petróleo, carbón y gas natural), la energía nuclear y la hidroeléctrica.

Pero por otra parte, existen otras “fuentes secundarias” que provienen de los procesos de transformación de energía y que el ser humano utiliza directamente,

como lo son por ejemplo el gas licuado, alguno combustibles (gasolina, diesel o gasoil) y por supuesto la electricidad. Dentro del contexto de esta investigación, el concepto de energía estará referido la mayor parte del tiempo a la electricidad como la fuente de energía secundaria más relevante. Dada la dificultad para subdividir por categorías el consumo eléctrico, se adopta la clasificación más aceptada comúnmente (IEA, 2007, 2008; OTA, 1992) que depende del uso final del mismo, por ejemplo energía para calefacción, aire acondicionado, iluminación u otros equipos instalados, por mencionar algunos.

En el caso particular de Venezuela, tradicionalmente catalogada como potencia energética debido a sus recursos naturales, más del 60% de la energía es producida por centrales hidroeléctricas (Edelca-Corpoelec, 2010) y esta dependencia en constante aumento ha producido varias crisis nacionales. Algunos autores sostienen que la raíz del problema es en realidad, la constante falta de inversión en proyectos de expansión del sector eléctrico (Villegas, Aller, De Oliveira, Martínez, Díaz, Salazar, Molina, González, 2010), mientras que el gobierno venezolano hace responsable a algunas circunstancias naturales desfavorables que han afectado las cuencas hidrográficas y por tanto, han disminuido los caudales en los ríos que alimentan los embalses (Decreto N° 7.228, República Bolivariana de Venezuela, 2010). Cada una de estas hipótesis es apoyada por un grupo de expertos con diferentes intereses, pero sea cual fuere la verdadera razón, la situación ha demostrado ser realmente grave y la crisis energética venezolana ha llegado a presentar niveles de amenaza del colapso total del sector.

Entre las muchas políticas que han sido establecidas para enfrentar el panorama energético mundial y crear desarrollos sustentables destacan entre otras, el uso de energías renovables, la disminución del impacto sobre el medio ambiente, el ahorro de energía y la Eficiencia Energética.

Estos dos últimos términos, ahorro de energía y eficiencia energética, pudieran inicialmente parecer equivalentes, sin embargo existe una diferencia sutil entre ellos. El ahorro de energía se fundamenta en la disminución del consumo por cambios en nuestra forma de vida. Una medida de ahorro energético podría ser por ejemplo usar el ventilador en vez del aire acondicionado. La eficiencia energética implica mejorar las tecnologías para permitir el mismo consumo con un menor gasto o un mayor consumo con el mismo gasto energético. Está orientada a optimizar el uso energético sin sacrificar nuestra calidad de vida.

La eficiencia energética realmente puede hacer la diferencia frente a la crisis ya que significa simultáneamente una contribución para alcanzar un desarrollo económico más estable y menos dependiente, un mejor aprovechamiento de los recursos, ahorro económico, reducción de la necesidad de invertir en construcción de nueva infraestructura y por supuesto, una reducción de la contaminación y del calentamiento global, al disminuir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Diversos estudios muestran que el consumo energético en edificaciones es mayor que en cualquier otro sector de la economía, incluyendo transporte e industria. Mundialmente se reconoce que las edificaciones son responsables de aproximadamente un 40% del consumo energético y un porcentaje bastante parecido de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera (IEA, 2008; US DOE, 2009).

De aquí la importancia del desarrollo de proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones, que permitan construir nuevas instalaciones o reacondicionar las existentes, para beneficio de sus propietarios, de las naciones y de nuestro planeta en general.

Enmarcado dentro de este contexto, es natural que las grandes empresas de ingeniería a nivel mundial tengan planteado el tema dentro de sus estrategias

corporativas. Entre estas empresas se destaca la Corporación OTEPI, que ha sido una de las primeras empresas venezolanas que ha decidido inclinar la balanza hacia el tema de la eficiencia energética e incorporarlo como plan de negocio.

OTEPI es una Corporación latinoamericana con de más de 40 años dedicada a ofrecer servicios de gerencia de proyectos, ingeniería, operación y mantenimiento, con una cifra cercana a los 2.500 proyectos ejecutados a través de la Unidad de Negocio de Ingeniería y Proyectos. Recientemente la Corporación decidió abrir la Unidad de Negocio de Servicios de Energía, la cual a su vez se divide en tres áreas principales: Hidrocarburos, Eficiencia Energética y Energías Renovables.

Dentro del área de Eficiencia Energética, la Corporación desea proporcionar a sus clientes soluciones integrales que maximicen el aprovechamiento energético en regiones enteras, poblaciones y complejos industriales, comerciales y residenciales. Sin embargo, para propósitos de delimitar la presente investigación, se han considerado solo aquellos proyectos de eficiencia energética en edificaciones comerciales y residenciales.

1.1.2. Pronóstico

La tercera parte de la población mundial consume el 75% de la energía total producida, mientras que los dos tercios restantes sobreviven consumiendo solo un 25% (Posada, 2002). Esta afirmación se consigue escrita de una u otra forma en muchas referencias y advierte sin duda el compromiso social y ético que tienen los países desarrollados con el resto de la humanidad.

El establecimiento de una metodología para desarrollar proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones, le permitirá a la Corporación OTEPI incursionar en un mercado que ha sido hasta ahora muy poco explotado en la ingeniería venezolana y poco competitivo a nivel mundial, diversificando sus operaciones al poner a

funcionar la nueva Unidad de Negocios de Servicios de Energía y aumentando su cartera de clientes.

Desde un punto de vista social, la formulación de la propuesta le permitirá a la Corporación OTEPI contribuir con el desarrollo productivo de Venezuela y de cualquier otro país donde tenga presencia, además de promover la preservación del medio ambiente, tal como se establece en los valores que forman parte de los fundamentos estratégicos de la Corporación.

1.1.3. Control al Pronóstico

Antes de elaborar cualquier lineamiento sobre la mejor forma para desarrollar proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones, es necesario crear un conjunto de prácticas, métodos, herramientas y normas referenciales que le permitan a la Corporación, gestionar de una forma efectiva las particularidades que se generan en el área, lo cual no es más que una metodología que sirva de guía en el desarrollo de este tipo de proyectos y conduzca hacia un logro exitoso.

Todo este proceso pasa por revisar una buena parte del conocimiento que se posee actualmente en el tema, incluyendo normativas y recomendaciones desarrolladas y probadas en otros países, para luego elaborar el procedimiento metodológico que le proporcione a la nueva unidad de negocios de la Corporación, una visión global y ordenada del problema y la mejor forma de solucionarlo, logrando satisfacer o incluso exceder las expectativas de sus clientes.

1.1.4. Formulación de la Problemática

En resumen, con este trabajo se busca responder la siguiente pregunta:

¿Qué aspectos deben ser tomados en cuenta y en qué forma deben ser abordados para desarrollar una metodología de gestión de proyectos, que le permita a la Unidad de Negocios de Servicios de Energía de la Corporación

OTEPI, ejecutar proyectos de eficiencia energética en edificaciones, de forma de ofrecer a sus clientes un servicio competitivo y de clase mundial?

1.1.5. Sistematización de la Problemática

¿Existe un procedimiento estándar a seguir para la evaluación de los consumos energéticos y sus posibles ahorros?

¿Cuáles son los factores más importantes que deben tomarse en cuenta en el diseño?

¿Existen diferencias fundamentales entre la evaluación de edificaciones residenciales o comerciales, nuevas o existentes?

¿Cómo funcionan actualmente los códigos de eficiencia energética en edificaciones?

¿Existen buenas prácticas reconocidas y probadas que soporten la metodología?

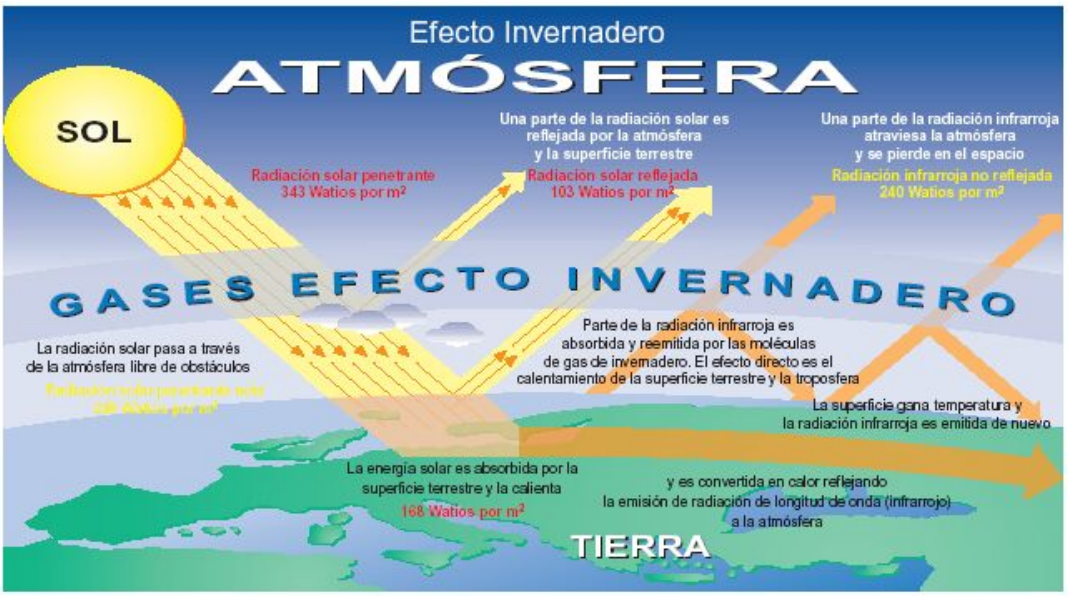
1.2. Justificación de la investigación

En 1973 se originó la primera de las crisis energéticas como respuesta al embargo efectuado sobre los Estados Unidos y sus aliados de Europa por los países árabes exportadores de petróleo, a consecuencia de la intervención americana en la guerra entre Israel y los países árabes de Egipto y Siria. La inflación y recesión económica que produjo esta crisis se sintieron a lo largo de toda una década en el mundo entero.

Superada la crisis energética de 1973, algunas otras crisis han sido disparadas siempre por diferentes causas, entre las cuales se pueden mencionar condiciones climáticas severas, huelgas o accidentes en instalaciones petroleras, ataques terroristas o eventos políticos. Cualquier crisis energética genera de inmediato un

impacto económico en los países, porque la energía se usa para explotar casi cualquier otro recurso.

La tecnología moderna consume grandes cantidades de energía eléctrica, pero uno de los grandes problemas que ha ocasionado se relaciona con el daño al medio ambiente. Al quemarse el combustible fósil para generar electricidad, se producen emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y el proceso natural que hace que la Tierra reciba energía del Sol y la emita nuevamente hacia el espacio, se transforma en un efecto llamado “invernadero”, cuando la atmósfera retiene parte de la energía reflejada por la Tierra, calentando la superficie terrestre y provocando una temperatura promedio del planeta de 15°C, que sería de -18°C si no existiera este efecto (ver Infograma N° 1).



Fuente: UNEP –GRID-Arendal.

Infograma N° 1.- Esquema del mecanismo de efecto invernadero
(Fuente: http://www.grida.no, UNEP, 2010)

Por cada kilovatio-hora de electricidad que se ahorra, se evita la emisión de aproximadamente un kilogramo de dióxido de carbono en la central donde se quema carbón o petróleo para producir esa electricidad (IEA, 2009) y por tanto, se

evitan también otros fenómenos como el cambio climático, la contaminación del aire y la destrucción de los bosques, entre otros.

En Venezuela, según cifras de Edelca-Corpoelec, el 68% de la capacidad eléctrica instalada hoy día está compuesta por generación hidroeléctrica (Edelca-Corpoelec, 2010), pero la misma ha enfrentado recientemente una crisis bastante seria. El nivel del embalse de la principal central del sistema hidroeléctrico nacional, la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar, se ha visto afectado gravemente y para febrero de 2010, cayó nueve metros por debajo del nivel óptimo.

Tan grave fue la crisis que el gobierno se vio en la obligación de afrontarla de manera inmediata frente a la posibilidad de un colapso total, viéndose forzado incluso a declarar, en febrero de 2010 y por un lapso de 60 días prorrogables, un "estado de emergencia sobre la prestación del servicio eléctrico nacional y sus instalaciones y bienes asociados" (República Bolivariana de Venezuela, Decreto N° 7.228, 2010).

Pero aunque sea difícil de creer, toda crisis energética tiene su lado positivo, porque obliga a las sociedades a entender la importancia de racionalizar el consumo energético, incentivan las investigaciones sobre energías alternas y motivan a los gobiernos a introducir políticas y planes de eficiencia dentro de sus programas de desarrollo económico. Es por ello que hoy es común escuchar términos como Edificaciones Energéticamente Inteligentes (Energy Smart Buildings) o Edificios Verdes (Green Buildings).

1.3. Objetivos de la investigación

Los siguientes objetivos le dan sentido, dirección y delimitación al trabajo.

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar una metodología para la gestión de proyectos de eficiencia energética en edificaciones residenciales y comerciales, tanto nuevas como existentes, para la Unidad de Negocios de Servicios de Energía de la Corporación OTEPI.

1.3.2. Objetivos Específicos

Con la finalidad de contribuir con el logro del objetivo general, se presentan los siguientes objetivos específicos:

- Examinar el estado del arte de la ejecución de proyectos de eficiencia energética en edificaciones residenciales y comerciales.
- Identificar las mejores prácticas, métodos, herramientas y normas de calidad mundial, que son usadas para asegurar una ejecución efectiva de los proyectos de eficiencia energética en edificaciones.
- Diseñar una propuesta de un Marco General de Estándares y Procedimientos que soportarán la ejecución de proyectos de eficiencia energética en edificaciones, por la Unidad de Negocios de Servicios de Energía de la Corporación OTEPI.
- Desarrollar una metodología para la gestión de proyectos de eficiencia energética en edificaciones, adaptada a la Corporación OTEPI y basada en los lineamientos del Project Management Institute (PMI).

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Consideraciones generales

En este capítulo se describen algunos elementos teóricos que ayudan a comprender mejor la investigación realizada. Según Hernández, Fernández y Baptista (2006), “El marco teórico o revisión de la literatura es un compendio escrito de artículos, libros y otros documentos que describen el estado pasado y actual del conocimiento sobre el problema de estudio. Nos ayuda a documentar como nuestra investigación agrega valor a la literatura existente” (p. 64).

Por otra parte, Balestrini (2006) sostiene que el marco teórico “contiene la ubicación contextual del problema en una determinada situación histórico social, sus relaciones con otros hechos o problemas y las vinculaciones de los resultados por obtener con otros ya conseguidos” (p.92).

Con esta base, se hace la revisión bibliográfica de otras investigaciones relacionadas con la Eficiencia Energética en Edificaciones y lo primero que destaca, es la gran cantidad de información que existe actualmente, lo cual refleja la importancia que se le ha estado otorgando al tema a nivel mundial y representa sin duda un cambio de paradigma, al observarse nuevos esfuerzos para reducir el consumo energético y obtener mayor armonía con el medio ambiente.

En general, son muchas las diferentes asociaciones alrededor del mundo que están en estos momentos realizando investigaciones, estableciendo regulaciones y promocionando el uso de la Eficiencia Energética. Gran parte de la información revisada para realizar esta investigación proviene de estas organizaciones, las cuales de una u otra forma pertenecen o están involucradas con los gobiernos de los países que las soportan.

2.2. Antecedentes de la investigación

Con el propósito de limitar la información que formará parte del Marco Teórico de esta investigación, se resumen a continuación algunos artículos específicos que, a juicio del autor, tienen gran relevancia y ayudarán en el logro de los objetivos. Estos trabajos fueron publicados por la Oficina de Aseguramiento de Tecnología (OTA), que pertenece al Congreso de los Estados Unidos, la Agencia Internacional de Energía (IEA), la Comisión de Energía de California (CEC), la Universidad Central de Venezuela (UCV) y el Ministerio de la Presidencia del Gobierno de España. El análisis de otros trabajos hechos por otras organizaciones, podría formar parte de un estudio complementario posterior.

De esta forma, los antecedentes que conforman la presente investigación son algunas de las publicaciones elaboradas por las organizaciones mencionadas anteriormente y otros trabajos especiales de grado, como fuentes primarias de información (Hernández y otros, 2006, p. 66), con preferencia sobre aquellos que fueron elaborados después del año 2000, relacionados específicamente con la gerencia de proyectos, la gestión de proyectos de ingeniería, el ahorro y la eficiencia energética y las características particulares de la empresa en estudio, la Unidad de Negocios de Servicios de Energía de la Corporación OTEPI.

En la Tabla N° 1 se presenta la lista de trabajos revisados, comenzando por los trabajos especiales de grado, cronológicamente clasificados de acuerdo al tipo de documento, lugar y año de elaboración, área de estudio particular y nivel de importancia del texto para el desarrollo de la presente investigación.

Tabla N° 1.- Revisión Bibliográfica

Autor	Título del trabajo	Datos Generales	Área de estudio	Observaciones
Valsecchi, Placencia	Desarrollo de un programa de ahorro de energía eléctrica para un hotel en Caracas	Tesis, UCAB, Venezuela, 2000	Ahorro energético	Se revisa una propuesta metodológica diferente y los aspectos más importantes a tomar en cuenta en una edificación hotelera.
Polo, José R.	Gestión de Proyectos por Procesos	Tesis, UCAB, Venezuela, 2002	Gerencia de Proyectos	Se destacan las ventajas de los sistemas orientados a Procesos, para prevenir y controlar los cambios, aumentar la capacidad para competir y aumentar las ganancias del negocio.
Pecchio, Oscar	Propuesta Metodológica para el manejo de riesgos en proyectos de OTEPI Consultores	Tesis, UCAB, Venezuela, 2004	Gerencia de Proyectos	Se describen en detalle los aspectos relacionados a la estructura de OTEPI Consultores, sus fundamentos estratégicos, misión, visión, objetivos y procesos claves de ejecución.
Congreso de Estados Unidos, Oficina de Evaluación de Tecnología	Eficiencia Energética en Edificios	Reporte, OTA, USA, 1992	Eficiencia energética	Se resumen los usos típicos de energía en edificaciones y algunas tecnologías para mejorar su eficiencia. Se usa un indicador financiero llamado “Costo de la Energía Conservada".
UCV, Facultad de Arquitectura, IDEC	Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico	Manual IDEC, Venezuela, 2004	Ahorro y Eficiencia energética	Se dan recomendaciones para el diseño arquitectónico y dotación de edificaciones residenciales y de oficinas, basados en criterios de eficiencia energética.
Comisión de Energía de California	Manual de Cumplimiento Residencial	Manual Certificado, CEC, USA, 2005	Eficiencia energética	Se establecen requisitos obligatorios para las edificaciones nuevas de viviendas unifamiliar de cualquier altura y las viviendas multifamiliares, con tres pisos o menos.
Comisión de Energía de California	Manual de Cumplimiento No Residencial	Manual Certificado, CEC, USA, 2005	Eficiencia energética	Se establecen requisitos obligatorios para edificaciones nuevas de vivienda multifamiliar de cuatro pisos o más, y para edificaciones no residenciales (hoteles, oficinas, industria, etc).
Agencia Internacional de Energía	Eficiencia Energética en edificios existentes en Norteamérica	Reporte, IEA, USA, 2007	Ahorro y Eficiencia energética	Se presentan nuevas investigaciones y políticas relacionadas con el ahorro de energía en los edificios existentes de Norteamérica y las mejores prácticas que han sido implementadas.
Ministerio de Presidencia, Gobierno de España	Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios nuevos	Decreto Oficial, España, 2007	Eficiencia energética	Se obliga a entregar a compradores o usuarios de edificios, un Certificado de Eficiencia Energética con información sobre sus características energéticas. Se incluye el método de cálculo.
Agencia Internacional de Energía	Requisitos de Eficiencia Energética en los Códigos de Edificios - Políticas para nuevos Edificios	Reporte, IEA, USA, 2008	Eficiencia energética	Se revisan algunas regulaciones existentes basadas en eficiencia energética en Europa, Norteamérica, Japón, China e India, en diferentes tipos de edificaciones.

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de estas publicaciones fueron desarrolladas para el gobierno del país al que pertenece cada institución, por lo que incluyen diversas políticas e incentivos para estimular la incorporación del concepto de Eficiencia Energética en los programas oficiales. Sin embargo, la presente investigación está dirigida hacia una empresa privada, al diseño de una metodología que la haga competitiva en esta área de negocios, por lo que el resumen que se elabora de cada documento se enfoca más bien hacia los datos estadísticos importantes, los códigos que existen actualmente, los aspectos que deben tomarse en cuenta en este tipo de proyectos y las soluciones que han sido desarrolladas hasta ahora.

Valsecchi L., Placencia F. (2000). Desarrollo de un programa de ahorro de energía eléctrica para una empresa del ramo hotelero.

En este trabajo se presenta un plan para el uso racional de la energía eléctrica en las instalaciones del Hotel Tamanaco Intercontinental ubicado en Caracas, Venezuela, que permite reducir el consumo eléctrico sin afectar la calidad del servicio prestado. Este plan forma parte del Programa de Protección Ambiental implementado por la Compañía Tamanaco CA, propietaria del hotel, el cual contempla el ahorro energético como uno de los objetivos claves de su política de responsabilidad social.

Para ello se estudió el consumo real y la demanda en los equipos eléctricos de las instalaciones divididos en cuatro categorías: iluminación, motores, artefactos electrónicos y aparatos electrodomésticos, evaluados en las diferentes áreas y procesos del hotel.

El estudio de la distribución de la carga conectada, que no es más que la suma de todos los equipos que se encuentran en las instalaciones aún cuando estén fuera de servicio, reflejó que un 44% de la carga es representada por el grupo de aparatos electrodomésticos, un 40% por los motores, un 12% por iluminación y el

4% restante para los artefactos electrónicos. Sin embargo, el estudio del consumo promedio mensual indicó que un 51% del consumo se hace en motores, un 37% en iluminación, un 7% en aparatos electrodomésticos y el 5% restante en artefactos electrónicos.

Entre las propuestas que fueron incluidas en el trabajo, se puede mencionar la “Campaña de ahorro de energía eléctrica” que incluye además el slogan “apaga tu computadora”, como una forma de involucrar a todos los empleados y generar conciencia. En relación a los motores, efectuar un estudio de reemplazo de equipos, incorporar controladores programables y mejorar los planes de mantenimiento. Con respecto a la iluminación, incorporar también controladores programables, cambiar el tipo de lámparas, redistribuir luminarias y establecer horarios de encendido y apagado.

En el trabajo se empleó una metodología propuesta en la “Guía para el uso racional de la energía por procesos en la industria”, publicada por la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia. En esta metodología se consideran las siguientes etapas: Análisis y búsqueda de información, visitas técnicas, decisiones técnicas, levantamiento en campo, manejo de información, análisis de la situación actual, recomendaciones, evaluación de medidas, plan de acción, implementación del programa y evaluación del ahorro.

El reporte sirve a la presente investigación para revisar una propuesta metodológica diferente a la empleada, así como también permite revisar los aspectos más importantes que se tomaron en cuenta en este tipo especial de instalación comercial.

Polo, José R. (2002). Gestión de Proyectos por Procesos. Tesis de Especialista en Gerencia de Proyectos, no publicada. Universidad Católica Andrés Bello.

En el trabajo se destacan las ventajas que significan para una organización, implantar un sistema de Gestión de Proyectos por Procesos que se ajuste a sus necesidades particulares, de forma de mejorar su competitividad y vencer la resistencia al cambio propia de los sistemas tradicionales. En este sentido, el estudio se enfoca hacia la gestión por procesos promovida por la norma ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad, para orientar el esfuerzo hacia el producto, el desempeño del negocio y la satisfacción del cliente.

Se incluyen como elementos básicos la definición de los términos “Proceso” y “Gestión por Procesos”. El primero de ellos representa la actividad que emplea un insumo, le agrega valor y le suministra un producto a un cliente, y el segundo no es más que el conjunto de actividades sistemáticas cuyo objetivo es planear, organizar, controlar, dirigir y mejorar continuamente los procesos.

Se identifican como etapas fundamentales en la gestión por procesos la identificación, planeación, transferencia y operación, siguiendo un camino claro y ordenado que permite el logro de objetivos precisos alineados con la dirección del negocio. Por otra parte, se establecen las variables a medir para controlar la gestión en términos de productividad, costos, calidad, tiempo, satisfacción del cliente y todos los aspectos relacionados con la calidad.

Se describen en detalle los nueve procesos para la gestión de proyectos según el PMBOK (PMI, 1996): integración, alcance, calidad, tiempo, costos, recursos humanos, comunicaciones, incertidumbre y procura, los cuales a su vez se agrupan en cuatro fases fundamentales: estudio, factibilidad, ejecución y conclusión.

En resumen, se concluye que la implantación de sistemas orientados hacia los procesos, brinda a la organización la posibilidad de focalizar sus actividades hacia el cliente, prevenir y controlar los cambios y aumentar su capacidad para competir, mejorando continuamente los recursos disponibles y aumentando las ganancias en términos del producto y de los indicadores de desempeño del negocio, como lo son la eficacia, la eficiencia y los costos asociados.

Pecchio, Oscar (2004). Propuesta Metodológica para el manejo de riesgos en proyectos de OTEPI Consultores. Tesis de Especialista en Gerencia de Proyectos, no publicada. Universidad Católica Andrés Bello.

En este trabajo se elabora una propuesta para proveer a OTEPI Consultores, de herramientas que le permitan estar preparada ante situaciones con diferentes niveles de incertidumbre, sistematizar un adecuado manejo del riesgo y evaluar el potencial impacto del mismo sobre los objetivos de un proyecto en particular, en términos del alcance, costo, tiempo, calidad y satisfacción del cliente.

La propuesta se elabora con base en el PMBOK (PMI, 2000), explicando en detalle todos los aspectos relacionados con la gestión del riesgo en proyectos, pero adaptados a la idiosincrasia de OTEPI Consultores, para mejorar sustancialmente sus niveles de desempeño en el logro de sus objetivos.

Se describen en detalle los procesos fundamentales en la gestión del riesgo, como lo son la planificación, identificación, evaluación cualitativa y cuantitativa, planificación de la respuesta y seguimiento y control. Además se establecen como resultados de la gestión, el registro de riesgos identificados, las acciones correctivas, la lista resumen de riesgos priorizada y con responsables asignados, el análisis de mediciones y tendencias para el monitoreo, su evaluación cuantitativa y la creación de la base de datos de la organización, como una herramienta para recoger sus lecciones aprendidas.

Se mencionan los riesgos típicos en una empresa dedicada a la ejecución de proyectos de infraestructura y las tendencias de manejo para el momento de la investigación, clasificándolos como riesgos técnicos, gerenciales o no técnicos, comerciales y legales, externos predecibles e impredecibles. Se desarrolla la metodología para la gestión de riesgos con base en el ciclo de vida de un proyecto, desde la oferta hasta el cierre, donde cada una de las etapas es vista de acuerdo a los procesos de gestión: planificación, identificación, evaluación, planificación de la respuesta y seguimiento y control.

Finalmente, se hacen las recomendaciones para su implementación efectiva, para lo cual deben considerarse aspectos como tener una definición clara del concepto de riesgo en todos los miembros del equipo, implantar el proceso en forma sencilla y progresiva, contar con las herramientas y entrenamiento adecuados, prestar atención hacia la actitud de los participantes y por último, considerar la cultura del riesgo que posee la organización y su nivel de madurez.

Dentro del marco organizacional, se revisan en detalle aquellos aspectos relacionados a la estructura de OTEPI Consultores, en términos de sus fundamentos estratégicos, misión, visión, objetivos y procesos claves de ejecución, información ésta que es usada en la presente investigación.

Congreso de Estados Unidos, Oficina de Evaluación de Tecnología (OTA) (1992). Building Energy Efficiency. OTA-E-518, 1992.

El reporte fue preparado como parte de las actividades de la Oficina de Evaluación Tecnológica (OTA), perteneciente en su momento al Congreso de los Estados Unidos, y que están relacionadas con el programa llamado “La Eficiencia Energética en los Estados Unidos: Tendencias Pasadas y Oportunidades Futuras”, llevado a cabo para el Comité del Senado en Asuntos Gubernamentales, Energía y Recursos Naturales, y el Comité de Energía y Comercio de los Estados Unidos, entre otros. Aunque fue elaborado antes del período que se está tratando de

enmarcar en esta investigación, el reporte se incluye por la amplia cobertura del tema, la relevancia de los datos ofrecidos y su aplicación dentro del contexto del presente trabajo.

En este trabajo se destaca con cierta importancia, que el hecho de mejorar la eficiencia energética en ningún modo significa reducir el confort o cambiar el estilo de vida, porque al usar tecnologías más eficientes se puede proporcionar el mismo servicio, pero con un menor consumo de energía, por lo que el ahorro de energía puede ser entonces una gran contribución a la sociedad.

Entre las muchas formas de determinar el costo efectivo de la Eficiencia Energética, en el reporte se menciona un procedimiento sencillo basado en un indicador financiero llamado “Costo de la Energía Conservada”, o CCE por sus siglas en inglés. Este procedimiento se describe en detalle en el Anexo N° 2.

Se mencionan los usos típicos de la energía en las edificaciones y la forma como este uso ha ido variando con el tiempo, en la misma medida que las tecnologías han ido mejorando. Se destaca que el consumo energético en edificaciones creció significativamente durante los 20 años anteriores al estudio, debido al crecimiento natural de la población, a una mayor demanda de viviendas y oficinas, y al crecimiento económico o cambios en el estilo de vida.

Los edificios residenciales y comerciales poseían para ese momento un tercio del consumo de energía en todo el país, porcentaje que según los autores, podría disminuir hasta un tercio de esa cifra para el 2015, si se usan las tecnologías adecuadas que permitan un consumo más eficiente.

Más adelante se hace una revisión de algunas tecnologías específicas que permiten mejorar la eficiencia energética en las edificaciones, organizadas de acuerdo al uso final del servicio, entre los cuales se encuentra el acondicionamiento de los espacios, la iluminación, agua caliente sanitaria, la refrigeración de comida y otros servicios (secadoras, lava-vajillas y equipos de

oficina). Se destaca que el primero de estos factores, el acondicionamiento de los espacios (calefacción o aire acondicionado, ventilación y control de humedad), es el que requiere mayor consumo energético en los Estados Unidos, tanto en edificaciones residenciales como en comerciales.

Algunas de las tecnologías que se mencionan para aumentar la eficiencia energética en los edificios, están dirigidas a mejorar los elementos exteriores (puertas, ventanas y aislamientos), a controlar la iluminación, a usar aparatos electrónicos más eficientes (calefacción, aire acondicionado, refrigeradores, hornos, etc.), a optimizar los diseños de las nuevas edificaciones residenciales con el objeto de disminuir el uso energético por casa por año y a optimizar también, el uso de la energía por metro cuadrado por año en las edificaciones comerciales.

A través de un grupo de entrevistas dirigidas a propietarios de edificios, arquitectos, propietarios de casas, ingenieros, fabricantes de equipos y otros personajes de influencia, se plantea una discusión sobre la razón por la cual no se han hecho mayores esfuerzos para mejorar la eficiencia energética. Entre las muchas razones encontradas que se pueden mencionar, está el tratar de minimizar el costo inicial de la inversión, acortar el tiempo de toma de decisiones y minimizar el riesgo que implica usar una tecnología con la que no se ha trabajado previamente, la cual posee un proceso de instalación para nada familiar.

Adicionalmente, se mencionan la falta de incentivos a los constructores por el incremento en la eficiencia, el costo y grandes dimensiones de algunos equipos que implican la necesidad de mayores espacios y por último la falta de interés de los arrendatarios en los espacios comerciales alquilados.

Por último se resumen una serie de opciones que permitirían incrementar el uso de la eficiencia energética en las edificaciones, tanto en el sector residencial como en el comercial. Estas opciones se enfocan hacia el apoyo a las investigaciones sobre nuevas tecnologías que mejoren el comportamiento energético; a

incrementar la eficiencia energética en las nuevas construcciones a través de programas, códigos y subsidios; a tomar acciones similares en las edificaciones existentes, comenzando por aquellas que son patrimonio del estado, como una forma de dar el ejemplo y por último, a insistir en la mejora de la eficiencia de los aparatos electrónicos de mayor uso residencial, a través de la exigencia de estándares de eficiencia.

Sin embargo, se establece que ninguna de las opciones en forma aislada representa la solución mágica del problema, sino que la clave está en un conjunto de acciones y esfuerzos comunes dirigidos a promover la eficiencia energética en las edificaciones, para lo cual es indudable la necesidad de contar con el apoyo del gobierno federal, estadal o local.

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC), Facultad de Arquitectura (FAU), Universidad Central de Venezuela (UCV) (2004). Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico.

El manual elaborado por el IDEC “contiene recomendaciones para el diseño arquitectónico y la dotación de instalaciones y equipos de edificaciones residenciales y de oficinas, basados en criterios de eficiencia energética” (p. 6).

En el primer capítulo se menciona que internacionalmente, se acepta una cifra del 40% del consumo energético mundial solo para edificaciones y que en Venezuela en particular, las estadísticas muestran que para el año 2000, los sectores residencial y comercial concentraban a su vez el 60% del consumo de energía eléctrica, siendo los rublos más importantes aquellos relacionados con el aire acondicionado y la iluminación. Todo esto ha promovido la necesidad de establecer nuevos criterios y regulaciones que permitan incluir el aspecto climático en el diseño arquitectónico, para lo cual se han puesto en marcha algunas iniciativas como las recomendaciones de diseño incluidas en este manual.

En este capítulo se presentan “los principales fundamentos del confort, las características del clima tropical venezolano y las estrategias básicas para el diseño energéticamente eficiente en el trópico: mitigación del calor solar, aprovechamiento de la ventilación natural y control de la iluminación natural” (p. 6).

Por otra parte, se clasifican las variables climáticas de acuerdo a su posición geográfica, como aquellas que pertenecen a una latitud determinada (macroclimáticas) y aquellas relacionadas con la geografía local (microclimáticas). Las primeras son representadas por la temperatura, humedad, radiación solar, dirección y velocidad del viento, niveles de nubosidad y pluviometría, mientras que las segundas, son la pendiente del terreno, montañas aledañas que impiden la radiación solar o modifican el viento, masas de agua o masas boscosas cercanas que reducen las variaciones de temperatura e incrementan la humedad y por último, el contexto urbano, formado por los edificios cercanos, parques, etc.

Se destaca que las posibilidades de influir en el comportamiento energético de una edificación son mayores al inicio del diseño y van disminuyendo a medida que se avanza en el proceso, hasta llegar a la etapa de finalización de la construcción y equipamiento, donde prácticamente quedan limitadas a actuar sobre las tecnologías de uso y mantenimiento de equipos e instalaciones.

En el segundo capítulo se establecen algunas “recomendaciones de diseño arquitectónico agrupadas según los diferentes elementos de diseño de la edificación” (p. 7), los cuales se describen como la implantación en la parcela y la forma de la edificación, los espacios interiores y los llamados elementos de la envolvente, que no son más que los techos, paredes, ventanas y otras aberturas. Cada uno de estos elementos de diseño se analiza en función de las estrategias básicas mencionadas en el capítulo anterior: mitigación del calor solar, aprovechamiento de la ventilación natural y control de la iluminación natural.

Debido al hecho que la envolvente de una edificación representa “un filtro que debe excluir las influencias indeseadas, mientras admite aquéllas que son beneficiosas” (p. 14), en el estándar se incluyen sugerencias adicionales para la selección de los materiales a utilizar en los elementos que la conforman, con una extensa data sobre las propiedades termofísicas de los mismos.

Por último, en el tercer capítulo se mencionan las “recomendaciones de diseño de instalaciones y equipos agrupadas según las diferentes dotaciones: mobiliarios, equipos de oficinas y electrodomésticos, instalaciones y equipos eléctricos, mecánicos, sanitarios y otras instalaciones” (p. 7). Allí se establece que tanto mobiliarios, equipos e instalaciones deben integrarse con el diseño arquitectónico y no verse como un “aditamento ulterior” o una solución a un diseño inadecuado.

Comisión de Energía de California (CEC) (2008). Estándar de Eficiencia Energética para Edificios Residenciales y No Residenciales

Con una población de 38 millones de habitantes, California es el estado más poblado de los Estados Unidos y ocupa además el tercer lugar en extensión en todo el país. Por otra parte, posee un ingreso promedio de casi 50 mil dólares por persona, por lo cual es una de las potencias económicas más grandes del mundo, llegando incluso a superar a la mayoría de los países europeos.

Debido a la crisis energética de 1973 mencionada en el primer capítulo, los precios del petróleo aumentaron considerablemente y se afectó particularmente al estado de California, que tenía en esa época una tasa de crecimiento de la demanda de electricidad demasiado alta. En aquel momento, 75% de los requerimientos eléctricos de California eran satisfechos con petróleo y el 25% restante con instalaciones hidroeléctricas. Ante la opción de liberarse de la dependencia petrolera y consolidar la seguridad energética construyendo reactores nucleares y centrales a carbón, tal como era propuesto en aquel momento por las empresas de energía eléctrica, la comunidad ambientalista

propuso realizar estudios para impulsar la creación de nuevas políticas de eficiencia energética.

La Comisión de Energía de California fue entonces creada en 1975 y actualmente cuenta con un equipo superior a las 500 personas y un presupuesto de 360 millones de dólares anuales. Los estándares de eficiencia impuestos por la comisión han sido tan extraordinarios que en 1990, algunos de ellos fueron extendidos a todo el país y en California, el crecimiento de la demanda de electricidad disminuyó significativamente del 7% al 2%.

Para comienzos de los 70's, el consumo energético per cápita en California y el resto de los Estados Unidos era de unos 6000 kw/hr. En la actualidad, llega a los 7000 kw/hr, mientras que en el resto del país está cerca de los 12000 kw/hr. El 75% de la demanda de electricidad total del estado se cubre hoy en día, por las medidas de eficiencia incluidas en los estándares y exigidas por el gobierno local. Con esta experiencia conservacionista California logró, en tan solo tres décadas, un cambio radical en la situación energética del estado, convirtiéndose además en referencia mundial durante el proceso.

Sin embargo, entre el 2000-2001 tuvo lugar otra crisis de energía y en el verano del 2003, un apagón que afectó toda la costa oeste del país, lo cual evidenció que el sistema eléctrico seguía siendo inestable y una de las causas identificadas, fue la excesiva demanda energética proveniente de los edificios.

Como resultado, la comisión creó algunos Estándares de Eficiencia en Edificaciones, uno de los cuales es revisado a continuación con el fin de examinar una experiencia exitosa, producto de la implementación de políticas sostenidas con visión a largo plazo. Este documento es el Estándar de Eficiencia Energética para Edificios Residenciales y No Residenciales, versión 2008 (CEC-400-2005-005-CMF), mejor conocido como el "Titular 24, Parte 6" del Código de Regulaciones de California. Para facilitar la revisión, se decidió hacerlo a través de

los dos manuales asociados que publicó la Comisión para servir de guía en el uso del estándar, que son el Manual de Conformidad Residencial y el Manual de Conformidad No Residencial.

Manual de Conformidad Residencial (CEC-400-2005-005-CMF)

El estándar establece los requisitos de cumplimiento obligatorio para todas las edificaciones nuevas destinadas a ser viviendas unifamiliares, sin importar el número de pisos, y las que están destinadas a convertirse en viviendas multifamiliares, siempre y cuando tengan tres pisos o menos. Incluye a su vez dos métodos básicos de aplicación, uno basado en una aproximación prescriptiva, donde cada componente del edificio debe cumplir individualmente un requisito de eficiencia mínima, y otro basado en el comportamiento energético global de la edificación, donde se utiliza un programa de computación para comparar el consumo energético permitido en una edificación usada como base (presupuesto) con el consumo del diseño propuesto modelado con el software.

La mayoría de los requisitos de eficiencia energética que son de cumplimiento obligatorio, no dependen del método de aplicación y son establecidos en cada fase de la obra, desde su diseño hasta su habitabilidad. En la fase de diseño, se contemplan requerimientos específicos para la envolvente del edificio (o elementos externos), responsable del 50% del consumo de la energía usada en la climatización de los espacios, y para algunos sistemas tales como calefacción, ventilación, aire acondicionado, agua caliente sanitaria e iluminación.

Los elementos que separan el exterior y el interior del edificio son llamados la **envolvente** del mismo y comprende las puertas, ventanas y tragaluces, el aislamiento, la masa térmica, la infiltración y fuga de aire, las barreras de vapor y la protección contra la humedad.

Gran parte de los requisitos se basan en dos índices, que son luego comparados con los valores límites establecidos en el estándar para cada zona climática. El

primero es el Factor-U, que representa el coeficiente de transferencia de calor de un elemento y el segundo, es la relación SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) que como su nombre lo sugiere, es la cantidad de calor que entra a un espacio a través de un elemento de la envolvente, producto de la radiación solar.

Como requisito prescriptivo, se establecen valores máximos para el Factor-U y el SHGC de cada elemento de la envolvente, así como también se limita el área de fachada que puede ser cubierta con vidrios y el área total de ventanas, ambas expresadas como un porcentaje del área total de piso que ha sido acondicionada (CFA, Conditioned Floor Area).

Con respecto al aislamiento en la envolvente, se hace especial hincapié en la certificación de los materiales y se establecen requisitos por separado para el aislamiento del techo, de las barreras contra la radiación, de las paredes, piso y losas. La masa térmica se define como las áreas de concreto recubiertas por baldosas que de alguna forma estabilizan la temperatura. Los requisitos prescriptivos limitan la capacidad de masa interna (IMC, internal mass capacity) en relación al área total de piso. El estándar limita también los valores de infiltración y fuga de aire a través de agujeros o grietas en la envolvente, las barreras de vapor y la protección contra la humedad.

Referente a los sistemas de **calefacción, ventilación y aire acondicionado** (HVAC), se incluyen los equipos de calefacción, enfriamiento, ductos de distribución de aire, control de zona y algunos otros alternativos. Se destaca principalmente que para cada equipo individualmente, el fabricante debe garantizar que cumple con los estándares aplicables de eficiencia previstos en las diferentes regulaciones federales y estatales. También se establecen los dos métodos de aproximación, el prescriptivo y el de comportamiento global, basados en gran parte en el cumplimiento de los estándares de la ASHRAE. Para el método prescriptivo se exige en la mayoría de los casos, una verificación en sitio del especialista en “Home Energy Rating System” (HERS).

Normalmente, en los edificios residenciales también se necesita un sistema de **calentamiento de agua sanitaria** para fines de higiene, preparación de comida y limpieza, y este sistema es también incluido en el estándar, siempre y cuando use electricidad, gas o algún tipo de bomba de distribución o recirculación. De nuevo se destaca que para cada equipo en forma individual, el fabricante debe garantizar que cumple con los estándares previstos. Los requisitos prescriptivos son establecidos para el aislamiento de las tuberías y para los sistemas que sirven a una o varias viviendas, pero en aquellos casos donde estos requisitos no son cumplidos, se acepta el uso de métodos de computación más sofisticados que demuestren el cumplimiento de la eficiencia exigida.

Con respecto a la **iluminación**, se establece que todas las luminarias instaladas en forma permanente deben ser de alta eficacia, es decir, deben tener balasto electrónico y cumplir con los requisitos de la Tabla N° 2.

***Tabla N° 2.*- Lámparas de alta eficacia**
(Fuente: CEC-400-2005-005-CMF, 2005).

Potencia de la lámpara	Eficacia requerida de la lámpara
< 15 W	40 lm/W
15-40 W	50 lm/W
> 40 W	60 lm/W

Nota: La potencia del balasto no está incluida en el cálculo de la eficacia.

El estándar especifica que al menos la mitad de las luminarias en las áreas de cocina, debe ser de alta eficacia y aquellas luminarias que no cumplen con este requisito, deben estar conectadas a circuitos separados de las que sí lo hacen. Para las áreas de baños, garaje, lavandería y otros servicios, así como también para las áreas externas y en las áreas comunes de edificios con cuatro o más unidades de vivienda, las luminarias deben ser de alta eficacia y controladas por sensor.

Respecto a las luminarias que permanecen embutidas en techos con aislamiento, se establecen tres requisitos particulares. Deben ser certificadas por un laboratorio como luminarias para permanecer en contacto directo con el aislamiento, deben estar certificadas como herméticas y en el proceso de instalación, deben tener una junta sellada colocada entre la cubierta y el techo, para prevenir el paso del aire climatizado a las cavidades del techo aislado. En el estándar se incluye todo un protocolo de inspección de este tipo de luminarias.

Adicionalmente, se incluyen una serie de recomendaciones para especificar las luminarias en cada área, las cuales se presentan en la Tabla N° 3.

***Tabla N° 3.*- Recomendaciones para la especificación de luminarias (Fuente: CEC-400-2005-005-CMF, 2005).**

Recomendaciones para especificar luminarias	
Tipo de luminaria	**Notas para la selección de la luminaria**
Barra para baño	Las lámparas incandescentes deben ser controladas por un sensor de ocupación manual según la Sección 150(k)
Accesorio de techo (i.e., aplicación para el baño)	Luminarias fluorescentes montadas en el techo con lámpara fluorescente F32-T8 y balasto electrónico deben cumplir con la Sección 150(k)
Empotrada fluorescente (i.e., aplicación para la cocina)	Luminarias fluorescentes empotradas con lámparas fluorescentes compactas de 26 W deben tener balasto electrónico, eficacia mínima y cumplir con la Sección 150 (k)
Empotrada incandescente (i.e., aplicación para la cocina)	Luminarias incandescentes con 75 W de máxima potencia deben estar etiquetadas y cumplir con la Sección 150 (k)
Empotrada incandescente (i.e., aplicación para el comedor)	Luminarias incandescentes deben cumplir con la Sección 150 (k) y ser controladas por dimmer que a su vez cumpla con la Sección 150 (k)
Araña	Luminarias tipo Araña deben ser controladas por un dimmer que cumpla con la Sección 150 (k)
Sensor de ocupación	Los sensores de ocupación manuales deben cumplir con la Sección 150(k)

Por último se describe el método de aplicación basado en el comportamiento energético global de la edificación. En este caso se usa un programa de cálculo por computadora para determinar el índice llamado Energía Fuente, que a partir de la versión del año 2005 se comenzó a llamar Energía Valorada en Función del Tiempo (TDV Energy, Time Dependent Valuation Energy). Este índice es

calculado para un edificio estándar (que representa el presupuesto) con las mismas dimensiones del diseño propuesto, pero que cumple con los requisitos del método prescriptivo y luego se repite el cálculo para la edificación analizada. Si ésta última tiene un índice de energía TDV igual o menor que el diseño estándar, entonces se dice que cumple con el requisito de eficiencia exigido.

La Comisión de Energía de California ofrece un programa de computación en su página web llamado CALRES 2008 v1.1 con un costo bastante bajo y además, permite la utilización de otros programas comerciales siempre y cuando hayan sido previamente sometidos ante la Comisión y aprobados para su uso efectivo. En la página web se encuentra la información del proveedor de otros dos programas certificados, EnergyPro 5.1 y MICROPAS 8.1.

Manual de Conformidad No Residencial (CEC-400-2005-006-CMF)

El estándar establece los requisitos de cumplimiento obligatorio para todas las edificaciones nuevas destinadas a ser viviendas multifamiliares, de cuatro pisos o más, y aquellas destinadas a tener uso no-residencial, tales como: hoteles, oficinas, tiendas, restaurantes, industria, almacén, comercio, escuelas, iglesias y teatros, entre otros.

Al igual que en el estándar para edificios residenciales, se incluyen los mismos dos métodos de aplicación, el prescriptivo y el basado en el comportamiento energético global de la edificación, aunque gran parte de los requisitos son de carácter obligatorio sin depender del método. De la misma forma, se contemplan requerimientos específicos para la envolvente del edificio y para los sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado e iluminación exterior e interior.

Los requisitos prescriptivos de la **envolvente** son determinados aplicando dos métodos diferentes, la aproximación del componente o la aproximación de la envolvente global. Con respecto al primero de ellos, los componentes básicos que se estudian son las puertas, ventanas, techos, pisos externos, paredes externas y

tragaluces, así como también el aislamiento, los llamados “techos fríos”, cuyo concepto se explica más adelante, la infiltración y la fuga de aire. Como en el caso anterior, se establecen valores máximos para el Factor-U y el SHGC de cada elemento de la envolvente, así como también se limita el área total de ventanas como un porcentaje del área de la pared donde se encuentra, sin embargo no se establecen limitaciones para el área de fachada que puede ser cubierta con vidrios, más allá de los valores máximos del Factor-U y del SHGC que debe respetar. Para las ventanas además se usa el índice RSHGC (Relative Solar Heat Gain Coefficient) que es básicamente el mismo SHGC multiplicado por un factor, que depende de la existencia de salientes en la fachada que produzcan sombra sobre la ventana.

Con respecto al aislamiento en la envolvente, se hace especial hincapié en la certificación de los materiales y se establecen requisitos por separado para las puertas, ventanas, techos, pisos externos, paredes externas y tragaluces. Adicionalmente se indica que todas las juntas o aberturas en la envolvente que representen un riesgo potencial de infiltración o de fuga de aire, deben ser selladas, lo cual aplica para los sitios de penetración de tuberías, conduits o ductos, y para cualquier espacio entre paredes o alrededor de puertas y ventanas.

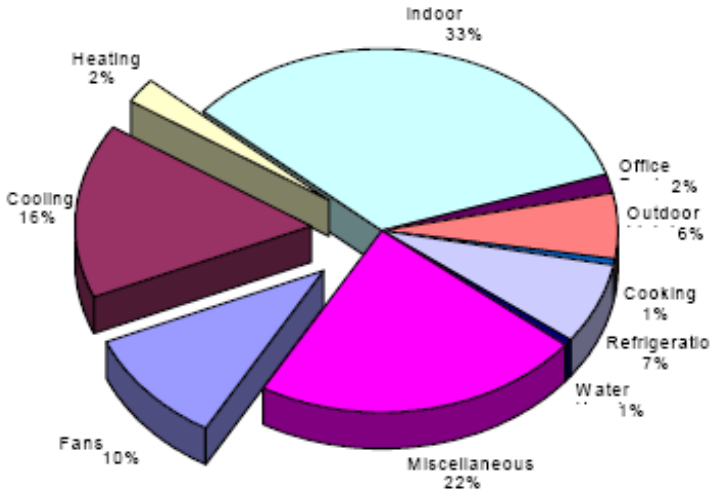
De la misma forma se incluyen requisitos especiales cuando se incorpora un “techo frío”, que es simplemente una capa de un material con alta reflectancia solar en la superficie externa del techo, la cual reduce entonces el calor dentro del edificio. El uso de este tipo de techos no es obligatorio, sin embargo son incluidos en los modelos que se utilizan para establecer el presupuesto de energía permitida, cuando se usa el método de comportamiento en edificios no residenciales con techos de pendiente baja (con una inclinación menor o igual a 2:12). En caso de incorporase el “techo frío”, el estándar exige que éste debe ser ensayado y certificado por el “Cool Roof Rating Council” (CRRC).

El método de aproximación a la envolvente global se divide en dos partes, el cálculo de la pérdida total de calor y de la ganancia total de calor, y cada una de ellas posee limitaciones que deben ser cumplidas por separado. Para determinar la pérdida de calor se toman en cuenta las propiedades del aislamiento y de cada elemento de la envolvente y para la ganancia de calor, las propiedades que tienen las ventanas y tragaluces de bloquear la radiación solar y la presencia de “techos fríos”. Ambos cálculos utilizan el Factor-U y el procedimiento es bastante similar, determinándose por una parte un valor de diseño estándar que cumple con todos los requisitos y por la otra, un valor de diseño para la edificación propuesta. Si el valor propuesto no excede el estándar, entonces se dice que la edificación cumple con el estándar de eficiencia exigido.

Al igual que en el caso de las edificaciones residenciales, se describe el método de aplicación basado en el comportamiento energético global de la edificación, el cual se basa en un programa de cálculo por computadora que determina el índice de Energía TDV del edificio estándar (que representa el presupuesto) y de la edificación analizada, para luego hacer la comparación y verificar que el valor estándar no supera el propuesto. En este caso, la Comisión de Energía de California ofrece un programa de computación en su página web llamado PUBLIC DOMAIN Software - Perform 2008, con un costo bastante bajo y además, permite la utilización de otro programa comercial previamente certificado por la Comisión y aprobado para su uso efectivo, llamado EnergyPro 5.0 y 5.1.

La importancia de los **sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado** (HVAC), se destaca en el Infograma N° 2, donde se puede observar que estos equipos representan el segundo más grande consumidor de electricidad en un edificio comercial, alrededor de un 28%, excedido solo por la iluminación interna. Por ello se establecen requisitos para maximizar su eficiencia, minimizar las pérdidas y optimizar los sistemas de control, reduciendo los períodos de operación innecesaria. En estos requisitos se incluyen todos los equipos de

calefacción, enfriamiento, ventilación, agua caliente sanitaria, ductos de distribución de aire y los sistemas de control de zona.



Infograma N° 2.- Uso de la electricidad en un edificio típico comercial
(Fuente: CEC-400-2005-006-CMF, 2005).

Se destaca principalmente que para cada equipo en forma individual, el fabricante debe garantizar que cumple con los estándares aplicables de eficiencia previstos en las diferentes regulaciones federales y estatales. También establecen los dos métodos de aproximación, el prescriptivo y el de comportamiento global, basados en gran parte en el cumplimiento de los estándares de la ASHRAE. Para el método prescriptivo, se detallan todos los procedimientos que deben seguirse en cada caso y en algunos de ellos, se exige una verificación en sitio del especialista en HERS.

Como se observa en el Infograma N° 2, la **iluminación interna** representa la tercera parte del consumo eléctrico en un edificio comercial. Por ello el estándar establece como objetivo la reducción de este consumo sin comprometer la calidad de la iluminación, limitando la magnitud de la energía asignada para este fin.

La energía permitida para iluminación se calcula usando cualquiera de cuatro procedimientos diferentes: el Método del Edificio Completo, el Método de la

Categoría del Área y el Método a la Medida, dependiendo de las actividades a realizar, o a través del método basado en el comportamiento global. La energía consumida realmente se calcula en base a la potencia de diseño de la iluminación menos los ajustes por cualquier dispositivo de control automático como sensores de movimiento o contadores de tiempo de luz solar, los cuales forman parte de los requisitos obligatorios. El estándar establece que la energía consumida real (ajustada) no debe superar la energía permitida, para que el sistema cumpla con la eficiencia exigida.

Al igual que en los edificios residenciales, se establece que todas las luminarias instaladas en forma permanente deben ser de alta eficacia, es decir, deben tener balasto electrónico y cumplir con los requisitos de la Tabla N° 2. Esta tabla es mostrada en el Manual de Conformidad Residencial y está incluida en forma idéntica en el Manual de Conformidad No Residencial.

De la misma forma que para las edificaciones residenciales, se especifica que al menos la mitad de las luminarias en las áreas de cocina, debe ser de alta eficacia y aquellas luminarias que no cumplen con este requisito, deben estar conectadas a circuitos separados de las que sí lo hacen. Para las áreas de baños, garaje, lavandería y otros servicios, así como también para las áreas externas, áreas comunes de edificios de vivienda multifamiliares y habitaciones de hoteles, las luminarias deben ser de alta eficacia y controladas por sensor.

Por último, a partir de la versión 2005, se establecen requisitos para la **iluminación externa**, la cual representa un 6% del consumo eléctrico en un edificio comercial, como se observa en el Infograma N° 2. Para ello, el estándar establece la reducción de este consumo sin comprometer la calidad de la iluminación, limitando la cantidad de energía asignada para este fin, estableciendo requisitos mínimos de control y de eficacia, y fijando algunas otras exigencias especiales.

Como parte de las características obligatorias que deben cumplirse, se menciona que los equipos deben estar certificados por el fabricante, que los sistemas deben tener controles para hacer la operación más eficiente, que toda luminaria que use más de 100 vatios debe ser de alta eficacia o debe estar controlada por un sensor de movimiento y por último, que cualquier luminaria que use 175 vatios o más, debe tener la mayor cantidad de luz apuntando hacia el suelo.

Las limitaciones en la iluminación exterior dependen si se consideran áreas generales o específicas. En las áreas generales se contemplan los estacionamientos, áreas de entrada de vehículos, aceras, plazas y otras áreas pavimentadas, y en las áreas específicas se consideran las fachadas de los edificios, las marquesinas (incluyendo cubiertas de andenes) y la iluminación ornamental.

La energía permitida para la iluminación exterior, tanto en las áreas generales como en alguna específica, se calcula con base en la clasificación de las zonas de iluminación hecha por la Comisión de Energía, la cual agrupa las áreas externas iluminadas según la claridad existente en las áreas circundantes. Al igual que en el caso de la iluminación interna, el estándar establece que la energía consumida real (ajustada) no debe superar la energía permitida, para que el sistema cumpla con la eficiencia exigida.

Agencia Internacional de Energía (2007). Energy efficiency in the North American existing buildings stock.

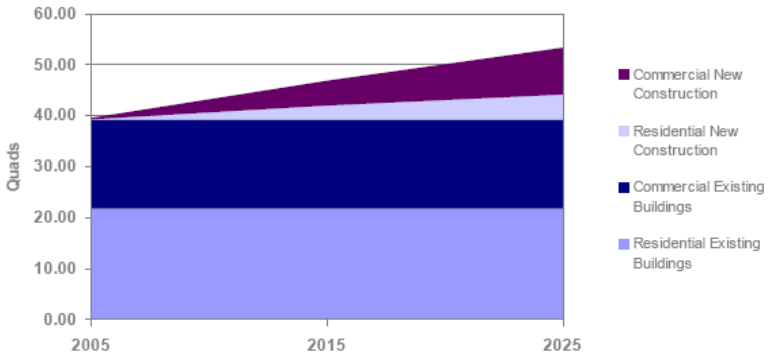
El reporte fue elaborado por la Agencia Internacional de Energía (IEA) como parte del programa de revisión de edificios existentes en los Estados Unidos y en todos los países miembros, dentro del marco de la Organización para el Desarrollo y la Cooperación Económica (OECD).

En este trabajo se reconoce que mientras la mayoría de los esfuerzos han sido dirigidos a optimizar la eficiencia energética en los nuevos edificios, ha sido muy

poco lo desarrollado para mejorar el stock de edificios existentes. Se presentan las nuevas investigaciones y políticas relacionadas con el potencial ahorro de energía en este tipo de edificaciones y se resumen algunas lecciones aprendidas, luego de una revisión global de las mejores prácticas implementadas en este sentido.

Se menciona un trabajo realizado en el año 2000 para el DOE, que se denomina “Escenarios para una Energía Limpia Futura” (citado en IEA, 2008). Allí se plantea un Caso Base manteniendo las políticas y programas actuales, para un período entre el 2005 y el 2025. Los resultados evidencian claramente la importancia que tiene direccionar los esfuerzos hacia las edificaciones existentes, bien sean residenciales o comerciales (Infograma N° 3).

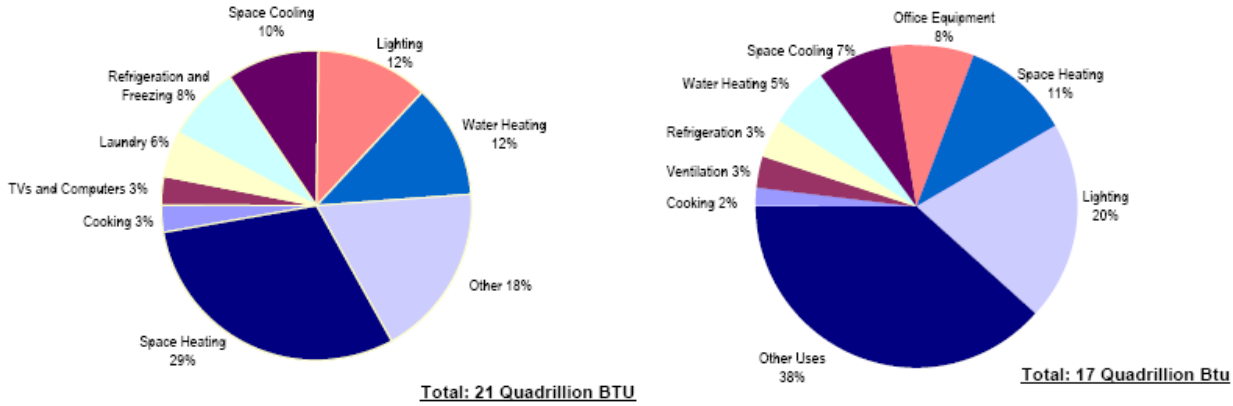
Adicionalmente, se incluyen dos gráficos que muestran las categorías de la energía consumida en el sector de las edificaciones existentes, tanto para el sector residencial como el comercial, en función de su uso final (Infograma N° 4).



Infograma N° 3.- Caso Base de Uso de la Energía
(Fuente: IEA, 2007).

En estos dos gráficos, el sector “otros usos” representa en los edificios residenciales a equipos como hornos, lavavajillas, equipos en piscinas y otros aparatos eléctricos de menor tamaño, mientras que para los edificios no residenciales, incluye los equipos en estaciones de servicio, talleres mecánicos,

telecomunicaciones, equipos médicos, bombas, generadores de electricidad y sistemas eléctricos en general.



Infograma N° 4.- Uso de energía primaria en edificios residenciales y comerciales de los Estados Unidos
(Fuente: IEA, 2007).

En el sector residencial, una fracción importante del consumo total de energía (cerca del 40%) la tiene la climatización de los espacios, un adicional del 12% es usado para calentamiento de agua sanitaria y otro 12% en iluminación, lo cual indica que este sector es bastante sensible a las condiciones climáticas de la zona.

En el sector comercial se acepta que el mayor consumo (cerca del 20%) se tiene en iluminación y alrededor del 8% en equipos de oficina, las cuales son llamadas cargas “internas”, lo cual evidencia que este sector es menos sensible a las condiciones climáticas que el residencial.

Se presentan las barreras más comunes que posee la implementación de nuevas políticas de eficiencia energética, pero esta vez en las edificaciones existentes, entre las cuales se menciona la relación entre el propietario que compra o

especifica los equipos a instalar y el inquilino, quien paga la cuenta del servicio, ya que normalmente el inversionista no piensa en el largo plazo.

Adicionalmente se incluye la disparidad de información entre la que manejan los consumidores y la que revelan otros actores del mercado con intereses diferentes, el hecho que el precio de producir energía no refleje el verdadero costo a la sociedad desde el punto de vista ambiental y en los edificios comerciales además, con más variedad de edificaciones y espacios menos homogéneos, la dificultad de implementar las mejoras frente a múltiples actores con diferentes niveles de influencia en la toma de decisiones.

Se mencionan también los diferentes programas de eficiencia energética que se han implementado previamente en edificios existentes, entre los cuales se incluyen los trabajos de la Comisión de Energía de California (CEC) y la Directiva del Parlamento Europeo (EPBD, CEE, 2002), referenciados en algunos de los trabajos de la IEA que han sido revisados.

En este trabajo se presenta un resumen de opciones técnicas que pueden implementarse en edificios existentes tanto residenciales como comerciales, para mejorar la eficiencia energética, clasificadas de acuerdo a su uso final. Las Tablas N° 4 y 5 muestran el resumen de dichas opciones, incluyendo un descriptor que indica si el potencial ahorro de energía es bajo (menor al 15%), medio (entre 15-15%) o alto (mayor al 25%).

Al igual que en los otros trabajos revisados, se mencionan las políticas que ha estado llevando a cabo el gobierno federal para mejorar la eficiencia energética en el stock de edificaciones existentes, las cuales pasan por cinco áreas principales: Eficiencia en equipos, implementación de etiquetas de eficiencia, códigos y estándares de edificaciones, gerencia de compras de equipos para el sector público y los incentivos aplicados a los impuestos.

Tabla N° 4.- **Opciones para mejorar la Eficiencia Energética en edificaciones existentes de tipo Residencial (Fuente: IEA, 2007).**

Uso final		% de Energía Total	Opciones Tecnológicas	Potencial de Ahorro
Acondicionamiento de Espacios	Paredes	51%	Mejoras en los aislamientos para áticos, paredes y pisos	Medio
	Ventanas		Materiales con baja emisividad	Medio
			Materiales con colores y matices	
			Materiales con baja conductancia	
			Uso de burletes	
			Diseño de marcos ajustados	
	Techos		Acabados coloreados con pigmentos de alta reflectancia	Bajo
	Calentamiento de espacios		Hornos a gas de alta eficiencia	Alto
			Reducción de fugas en ductería	
			Hornos con respaldo, con fuente de poder aérea y múltiples compresores	
			Hornos con respaldo, con fuente de poder en tierra	
			Control en Calderas	
	Enfriamiento de espacios		Válvulas refrigerantes con control preciso	Alto
			Mejoras en las prácticas de instalación	
			Ventiladores de velocidad variable	
			Mejoras en el diseño de bobinas y motores	
Calentamiento de agua sanitaria		12%	Calentadores de agua sin tanques	Medio
			Calentadores de agua a gas de alta eficiencia	
			Calentadores de agua con respaldo	
			Calentadores de agua con energía solar	
Electrodomésticos	Neveras y Congeladores	12%	Motores de ventiladores de alta eficiencia y control adaptable de descongelación	Medio
			Modificaciones en componentes mayores (paneles de vacío)	
	Lavavajillas automáticos		Mejoras en el aislamiento, brazos de spray, filtros, bombas y motores	Medio
			Mejor modo Standby	
	Lavadoras y Secadoras		Lavadoras con más opciones de enjuage, mejores sensores y válvulas que impliquen menos agua utilizada	Medio
			Secadoras con apagado automático y sistemas de ignición elétrica	
			Controles electrónicos avanzados	
Iluminación Residencial		12%	Lámparas fluorescentes compactas	Alto
			Iluminación indirecta empotrada	
			Aparatos de control tipo dimmers	
			Luminarias tipo LED	
			Accesorios más eficaces	
Otros aparatos electrónicos		10%	Mejoras en el suministro de energía interna, uso del modo satndby	Medio
			Reducir el consumo en modo activo de TV's y monitores	

***Tabla N° 5.-* Opciones para mejorar la Eficiencia Energética en edificaciones existentes de tipo Comercial (Fuente: IEA, 2007).**

Uso final		% de Energía Total	Opciones Tecnológicas	Potencial de Ahorro
Acondicionamiento de Espacios	Paredes	30%	Mejoras en los aislamientos	Bajo
	Ventanas		Cristales con espectro específico	Medio
	Techos		Tratamientos fríos con colores claros	Medio
			Mejoras en los aislamientos de techos	
	Calentamiento de espacios		En edificios altos: ventiladores y bombas eficientes, sinergia en sistemas de calefacción, enfriamiento e iluminación	Alto
			En edifcios bajos: Similar a los de tipo Residencial	
			Sistemas (en pequeña escala) de energía y calor combinados	
	Enfriamiento de espacios		Mejores compresores y ventiladores de alta eficiencia	Medio
			Válvulas refrigerantes con control preciso, ventiladores de velocidad variable, mejoras en el diseño de bobinas y motores	
			Controles y economizadores integrados para las unidades ubicadas en los techos	
			Mejoras en la operación y mantenimiento	
	Ventilación		Ventiladores y filtros de alta eficiencia, con recuperación de calor	Medio
Iluminación		20%	Lámparas fluorescentes compactas y metal cerámicas de halógenos	Alto
			Accesorios LED, fluorescentes "super T8"	
			Controles de iluminación natural totalmente integrados	
			Híbridos con iluminación solar	
Equipos de Oficina		15%	Reducción de energía para computadoras tanto en modo standby como en activo	Alto
			Administración del CPU	
Calentamiento de agua sanitaria		5%	Sistemas de "punto de uso"	Medio
			Calentadores de agua con respaldo	

Por último, la IEA incluye en este trabajo una comparación entre la energía consumida de acuerdo a su uso final, entre un edificio típico existente y otro clasificado como energéticamente eficiente. En las Tablas N° 6 y 7 puede observarse la comparación de acuerdo al uso final de la energía consumida y el porcentaje de ahorro en cada uno de esos renglones.

Allí se observa que para el caso de las edificaciones residenciales, el potencial de ahorro total es del 35% siendo los renglones más importantes los de climatización de los espacios y refrigeración, mientras que en las edificaciones comerciales, el

potencial de ahorro total es del 30%, siendo esta vez la iluminación el renglón con mayor importancia, seguido también por la climatización de los espacios.

Tabla N° 6.- Comparación entre un edificio típico residencial existente con otro calificado como energéticamente eficiente (Fuente: IEA, 2007)

Consumo de energía por unidad de vivienda (hh) según su uso final	Edificio existente típico actualmente		Edificio existente energéticamente eficiente		Potencial de Ahorro	Supuestos
	MBTU/hh	kWh/hh	MBTU/hh	kWh/hh		
Calentamiento del espacio	49.4		27.2		45%	Etiqueta "Energy Star" (E*) en hornos, termostatos y ventanas, mejor aislamiento en techos y sitios de fuga de aire sellados
Enfriamiento del espacio	5.8		3.5		40%	Similar a aquellos para calentamiento del espacio, con equipos de aire acondicionado eficientes
Calentamiento de agua sanitaria	14.8		10.4		30%	Calentadores de agua eficientes, bajo flujo en duchas y controles de humedad (E*)
Refrigeración	4.5	1318	2.0	600	54%	Refrigeradores (E*) con 475 kWh/año más un porcentaje de hogares con un segundo refrigerador o congelador
Accesorios de control de humedad	0.5	146	0.5	132	10%	10% de ahorro por uso de artefactos (E*), la mayor parte en calentamiento de agua
Otros accesorios	5.0	1465	4.5	1318	10%	10% de ahorro por uso de artefactos (E*)
Iluminación	7.1	2080	4.8	1400	33%	Cambio de la mitad de las lámparas a fluorescentes compactas
Otros usos	14.2	4161	12.8	3745	10%	
Total electricidad		9171		7195		
Total energía entregada	101.3		65.6		35%	

Para comprender las unidades con las que se trabaja al hacer conversiones de electricidad en energía, se ha incluido en el Anexo N° 3 una breve explicación extraída del trabajo "Eficiencia energética en edificios" (OTA-E-518, 1992).

Tabla N° 7.- Comparación entre un edificio típico comercial existente con otro calificado como energéticamente eficiente (Fuente: IEA, 2007).

Consumo de energía por área (ft^2) según su uso final	Edificio existente típico actualmente	Edificio existente energéticamente eficiente	Potencial de Ahorro	Supuestos
	MBTU/ft2	MBTU/ft2		
Calentamiento del espacio	23.16	13.9	40%	Equipos más eficientes y mejores controles; mejores ventanas y aislamiento
Enfriamiento del espacio	5.68	3.4	40%	Equipos más eficientes y mejores controles; mejores ventanas
Calentamiento de agua sanitaria	10.43	8.3	20%	Calentadores de agua y aislamiento en tuberías; aireadores de llaves y reducción en el uso del agua
Ventilación	2.16	1.5	30%	Ventilación con demanda controlada; ventiladores más eficientes con motores de velocidad variable
Cocinas	3.95	3.6	10%	Equipos de cocina más eficientes
Iluminación	15.13	6.8	55%	Lámparas y balastos más eficientes; mejores controles de ocupación
Refrigeración	2.78	2.4	15%	Cubiertas para refrigeración, mejores aislamientos y sellos y compresores más eficientes
Equipos de oficina (PC)	2.25	1.7	25%	Etiqueta "Energy Star" (E*) en equipos de oficina, capaces de usar el modo "sleep" y otras técnicas de administración de la energía
Equipos de oficina (no PC)	4.61	3.5	25%	Equipos de oficina más eficientes y mejores técnicas de administración de la energía
Otros usos	42.26	33.8	20%	Etiqueta "Energy Star" (E*) en equipos electrónicos
Total energía entregada	112.41	78.8	30%	

Ministerio de la Presidencia, Gobierno de España (2007). Real decreto 47/2007, del 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

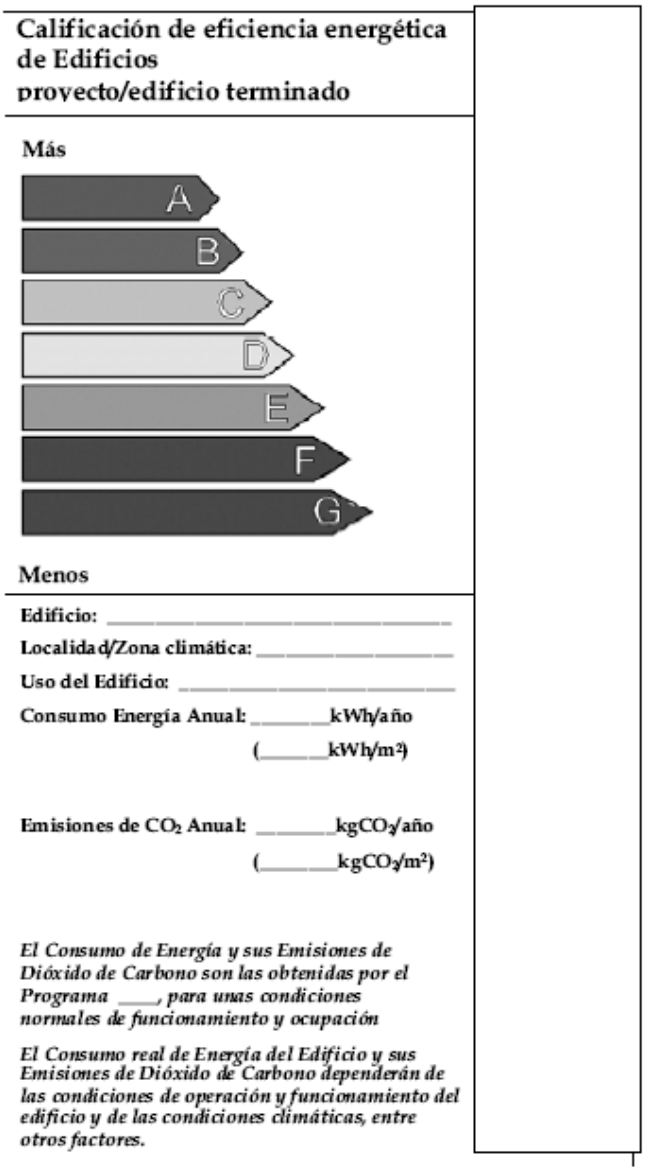
En este decreto se establece la obligación de poner a disposición de compradores o usuarios de edificios, un **Certificado de Eficiencia Energética** que incluye información objetiva sobre las características energéticas del edificio, para

valorarlos y compararlos con otros inmuebles y favorecer tanto la promoción de edificios de alta eficiencia, como las inversiones en ahorro de energía. El procedimiento es aplicable a todos los edificios destinados a viviendas ubicados en las 12 zonas climáticas que conforman la geografía española, con algunas excepciones como aquellos ubicados en territorios no peninsulares, edificios y monumentos protegidos oficialmente y aquellos destinados a actividades de culto o religiosas, entre otros.

El objetivo principal consiste según lo establecido en el Decreto, en describir la metodología de cálculo de la Calificación de Eficiencia Energética, con el que se inicia el proceso de certificación, tomando en cuenta aquellos factores de mayor influencia en el consumo de energía de los edificios, tanto nuevos como aquellos que se pretenden reacondicionar. También se establecen las condiciones técnicas y administrativas para las Certificaciones de Eficiencia Energética de los proyectos y de los edificios terminados y por supuesto, el régimen previsto de infracciones y sanciones en la legislación vigente.

La Calificación de Eficiencia Energética de un edificio se define como la expresión del consumo de energía que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en condiciones normales de funcionamiento, determinada de acuerdo con las metodologías de cálculo establecidas en el Decreto, para lo cual se incluyen dos opciones. La primera de ellas haciendo un cálculo automático usando un software que desarrolla fielmente la metodología de cálculo descrita en el Decreto y la segunda, haciendo uso de un Método Simplificado que requiere la aprobación correspondiente.

La Calificación de Eficiencia Energética se expresa además en términos de ciertos indicadores energéticos explícitamente reflejados en la “Etiqueta de Eficiencia Energética” (ver Infograma N° 5) la cual debe ser exhibida obligatoriamente en todas las edificaciones públicas y en forma voluntaria en el resto.



Infograma N° 5.- Etiqueta de eficiencia energética en edificios ubicados en territorio español
(Fuente: Gobierno de España, 2007).

Para calcular la calificación se propone el uso de un software de referencia cuya versión oficial se denomina "*CALENER*" y está disponible al público para su libre utilización. Sin embargo, puede usarse cualquier otro software alternativo siempre y cuando sea validado por la comisión asesora del Ministerio de Industria y Comercio y del Ministerio de Vivienda. Si se desea usar el Método simplificado, se

exige el desarrollo estricto de la metodología incluida en el Decreto y al igual que en el caso anterior, debe ser sometido a la aprobación correspondiente.

La metodología de cálculo se basa en una comparación entre el edificio a calificar en condiciones normales de ocupación y uno de referencia bajo ciertas condiciones normativas, como por ejemplo igual forma, tamaño, orientación, uso y nivel de iluminación, entre otros. Para ilustrar el concepto, se presenta en el Infograma N° 6 la ecuación para determinar el Índice de Calificación Energética de una vivienda unifamiliar, para lo cual se toman en cuenta solo los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria:

$$C1 = \frac{(\frac{Io}{\overline{Ir}} R) - 1}{2(R - 1)} + 0.6$$

Infograma N° 6.- Índice de Calificación Energética para una vivienda unifamiliar
(Fuente: Gobierno de España, 2007).

En esta fórmula, el valor Io representa las emisiones de CO_2 del edificio a calificar, calculadas de acuerdo con la metodología y limitadas a los tres servicios indicados; el valor $\overline{Ir}$ corresponde al valor medio de emisiones de CO_2 de los tres servicios en los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con el Código Técnico y por último, "R" es la relación entre el valor de $\overline{Ir}$ y el valor de emisiones de CO_2 de los tres servicios, correspondiente al 10% de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con el Código Técnico de la Edificación.

La clasificación del edificio de vivienda unifamiliar usado como ejemplo, se realiza entonces de acuerdo a la Tabla N° 8, donde la letra A representa el edificio "más eficiente" y la G el "menos eficiente".

Tabla N° 8.- Calificación de Eficiencia Energética de edificios destinados a viviendas
(Fuente: Gobierno de España, 2007).

Calificación de eficiencia energética del edificio	Índices de calificación de eficiencia energética
A	$C1 < 0.15$
B	$0.15 \leq C1 < 0.50$
C	$0.50 \leq C1 < 1.00$
D	$1.00 \leq C1 < 1.75$
E	$C1 > 1.75$ y $C2 < 1.00$
F	$C1 > 1.75$ y $1.00 \leq C2 < 1.5$
G	$C1 > 1.75$ y $1.50 \leq C2$

Al verificar la conformidad de la calificación de eficiencia energética obtenida, se procede entonces a la expedición del Certificado de Eficiencia Energética y por tanto, de la Etiqueta de Eficiencia Energética, la cual debe estar incluida obligatoriamente en toda oferta, promoción y publicidad de venta o arrendamiento de la edificación.

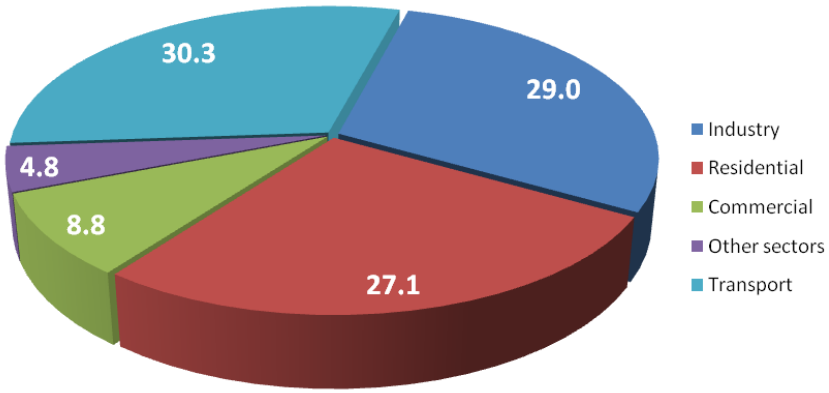
Este Certificado tiene validez de diez años, lapso durante el cual puede ser solicitado para inspección cada vez que las autoridades lo crean conveniente, y debe ser renovado por el propietario de la edificación al cumplirse el período o cada vez que se haga una modificación que afecte alguna de las variables consideradas en el cálculo. De esta forma, el Gobierno de España promueve la implementación de una metodología para mejorar significativamente la eficiencia energética en las edificaciones y contribuir al desarrollo social y económico de la nación.

Agencia Internacional de Energía (2008). Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings.

El trabajo forma parte del soporte de la Agencia Internacional de Energía (IEA) a uno de los Planes de Acción del llamado Grupo de los Ocho (G8), agrupación formada por varios países industrializados con gran peso político, económico y militar a escala global, entre los cuales se encuentran Alemania, Canadá, Estados

Unidos, Francia, Italia, Japón, Reino Unido y Rusia. Este grupo se reúne anualmente con la finalidad de analizar el estado de la política y las economías internacionales e intentar unificar posiciones respecto a las decisiones que se toman en torno al sistema económico y político mundial (tomado de Wikipedia).

En este trabajo se reconocen los muchos beneficios obtenidos al reducir el consumo energético de una nación, la cual podría ver reducir con ello su dependencia sobre la energía importada, fortaleciendo de este modo su posición estratégica, contribuiría para mejorar el medio ambiente tanto local como globalmente, al reducir las emisiones de CO2, influyendo a su vez en la salud de los residentes, el ahorro económico en las familias y la creación de nuevos puestos de trabajo.

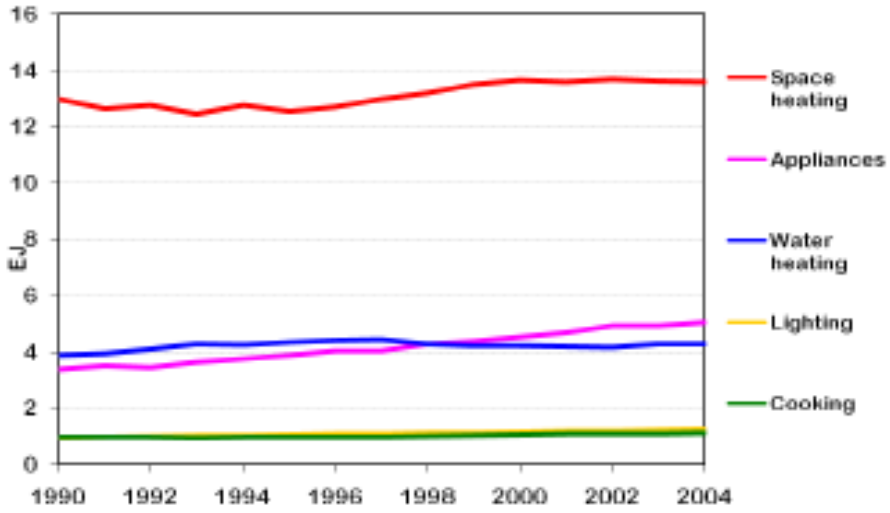


Infograma N° 7.- Consumo energético en los diferentes sectores
(Fuente: IEA, 2008.)

Según la IEA se acepta globalmente que los sectores residencial y comercial tienen una cifra de consumo cercana al 40% de la energía mundial (Infograma N° 7), y la mayor parte de este consumo se realiza en las edificaciones.

Dada la dificultad para subdividir por categorías el consumo eléctrico en los edificios, se acepta normalmente una clasificación que depende del uso final del mismo, el cual incluye el control del clima en los espacios, agua caliente sanitaria,

la iluminación, los aparatos eléctricos y otros equipos instalados. Las cifras muestran que la mayor parte del consumo en los edificios residenciales, es usada para climatizar los espacios (Infograma N° 8).



Infograma N° 8.- Uso de la energía en edificios residenciales
(Fuente: IEA, 2008).

Se destaca la importancia de establecer nuevos criterios basados en códigos de eficiencia energética, desde las primeras etapas del diseño para aprovechar las ventajas en el costo, ya que siempre será más costoso reacondicionar un edificio existente que construirlo como nuevo. Además, difícilmente los nuevos edificios son renovados o mejorados durante sus primeros años, por lo que el grado de eficiencia con el que se diseñe influenciará el consumo por varios años y servirá como referencia para las mejoras en las edificaciones existentes.

Se explican las barreras más comunes que posee la eficiencia energética en los nuevos edificios, entre las cuales destacan la falta de información, de recursos y de incentivos, la poca importancia que le dan tanto constructores como diseñadores al ahorro no inmediato sino futuro, la insuficiente concientización que tienen sobre el tema los usuarios, diseñadores, constructores e inversionistas y la

poca flexibilidad para enfrentar retrasos en los tiempos de entrega o sobrecostos en la contratación de personal especializado. Adicionalmente se mencionan otros aspectos como la inercia del sector construcción que, por razones de status, promueve un mayor uso de energía para lograr un cierto nivel de confort y las confusiones que promueven constructores y vendedores, al calificar como "edificios energéticamente eficientes" a aquellos que solo cumplen el estándar mínimo y no el óptimo, de los requerimientos establecidos. Debido a todas estas barreras, el trabajo enfatiza la importancia que ha tomado la necesidad de implementar políticas conducidas a incorporar la eficiencia energética en los códigos para nuevos edificios.

Con respecto a las regulaciones existentes sobre eficiencia energética que están actualmente incluidas en los códigos y estándares, se mencionan como las más comunes aquellas que manejan el término "envolvente" El concepto se aplica a las fachadas, aire acondicionado, puertas, ventanas, protección solar y filtraciones de aire natural. Con respecto a los sistemas de aire acondicionado, se destaca su importancia en el ahorro energético y a la vez, se menciona una relación inversa entre la necesidad de usarlo y el grado de eficiencia del edificio.

Normalmente los códigos de edificios evalúan la eficiencia en términos de los sistemas que lo componen, como son los sistemas de ventilación, calefacción, enfriamiento, aire acondicionado, control de humedad, agua caliente sanitaria, ductos, tuberías y el control automático de los sistemas. La revisión de los reglamentos se hace para diferentes regiones (Europa, Norteamérica, Japón, China e India), con condiciones climáticas diferentes y en diferentes tipos de edificios, incluyendo aquellos de gran altura.

Adicionalmente, la mayoría de estos códigos trabajan con el concepto del **Valor-U**, el cual indica la cantidad de energía térmica en Vatios (watts) que se transfiere sobre un área de 1 m^2 con un diferencial de temperatura de 1°C. Este valor representa el inverso de la resistencia térmica (Valor-R), así que un edificio aislado

eficazmente poseerá entonces una alta resistencia térmica y un Valor-U pequeño. Por ejemplo, para el caso de una ventana de vidrio que por intuición ofrece poca resistencia térmica, el valor-U está cerca de 5.68 Vatios/(m^2x°Cxseg), mientras que para una pared más resistente es de 1.76 Vatios/(m^2x°Cxseg) (algunas veces se le llama “K” al producto °Cxseg).

En el caso de la **Unión Europea**, las regulaciones son trazadas a través de Directivas, que no son más que las leyes establecidas solo para los países miembros, siendo la más importante de ellas la “Energy Performance in Buildings Directive” (EPBD, CEE, 2002). Allí se explica que la metodología de cálculo del comportamiento energético en edificios debería incluir por lo menos las características térmicas, calefacción y agua caliente sanitaria, aire acondicionado, ventilación, iluminación, posición y orientación de la edificación, protección solar y condiciones climáticas internas. En general, los métodos de cálculo se han dejado a discreción de los miembros, pero la Comisión Europea ha comenzado una iniciativa con la Organización para la Estandarización Europea (ESO) para el establecimiento de un procedimiento único. La directiva exige que cada edificio tenga un Certificado al ser construido, vendido o arrendado y además, establece la regularidad en la recertificación y en las inspecciones. También se mencionan otras directivas como la “Eco-Design Directive” y la “Energy end-use and Energy Services”, que establecen requisitos similares a los descritos anteriormente, todas ellas basadas también en los Valores-U, los cuales se establecen en función del clima de cada zona y en el uso al que se destina la edificación.

En el trabajo se hace mención especial sobre el caso de **Suecia**, donde existe una larga tradición respecto a los requerimientos de eficiencia energética en edificios y aunque han variado ligeramente a lo largo del tiempo, sigue siendo uno de los más exigentes del mundo. La legislación sueca determina la forma como un elemento de un edificio conduce el calor a través de los llamados “valores-U” los cuales dependen a su vez del tipo de construcción y de su ubicación geográfica.

Para ilustrar un poco más el concepto, se incluyen en la Tabla N° 9 los valores máximos recomendados por el código Sueco.

Tabla N° 9.- Principales Valores-U para la envolvente de un edificio nuevo, según el código de Suecia (Fuente: IEA, 2008).

Códigos de Edificios en Suecia	Valor-U (W/K por m^2)	
	Sur	Norte
Paredes externas	0.13-0.14	0.12-0.13
Techos	0.15	0.13
Losas de piso	0.16	0.13
Pisos con calefacción	0.12	0.10
Pisos sobre aire abierto	0.10	0.08

En los **Estados Unidos**, los códigos son desarrollados por organizaciones privadas para el Departmento de Energía (DOE), de esta forma el “International Energy Conservation Code” (IECC) fue desarrollado por el ”International Code Council” (ICC) y los estándares de la ASHRAE por la “American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers”. Se menciona especialmente el código de California, como uno de los completos en el mundo, con estándares detallados y regulaciones para cada sector de consumo de energía. El código IECC aplica a nuevas y pequeñas edificaciones (menos de cuatro pisos) de tipo residencial y divide al país en ocho diferentes zonas climáticas, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad. El estándar de ASHRAE aplica para grandes complejos de edificios, principalmente en el sector comercial, y establece los requerimientos en función de requisitos individuales para cada elemento de la Envolvente y además, limitando el consumo de energía del edificio y sus instalaciones dentro de ciertos valores predeterminados, usando niveles fijos de eficiencia. Casi todos estos códigos usan también el llamado Valor-U y por ejemplo, para el caso de las ventanas, se usan

diferentes valores dependiendo de la cantidad y tamaño de las mismas, de la relación entre ellas y el área de piso o de la ubicación de la edificación.

En **Canadá**, las exigencias han sido incrementadas recientemente, conduciendo a una reducción del consumo en 21.5% para las edificaciones nuevas residenciales y entre 16-18% para las que son más grandes y no-residenciales.

En **Japón**, los requerimientos son establecidos con base en dos estándares diferentes: los Criterios para la Racionalización del Uso de la Energía en Edificios No Residenciales y las Guías de Diseño y Construcción sobre la Racionalización del Uso de la Energía en Edificios Residenciales, ambos soportados por el Ministerio de Tierras, Infraestructura, Transporte y Turismo (MLIT). Se menciona un procedimiento de cálculo de Eficiencia Energética que incluye el mismo Valor-U mencionado anteriormente en el código sueco. Este coeficiente de transferencia de calor se establece para componentes individuales del edificio y depende del tipo de construcción y del nivel aislamiento térmico, por lo que el código establece ciertos valores máximos que deben usarse en el cálculo de eficiencia energética de un edificio residencial (ver Tabla N° 10).

Tabla N° 10.- Coeficientes de Transferencia de Calor para el cálculo de la Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales - Caso Japón (Fuente: IEA, 2008).

Tipo de vivienda	Aislamiento en la construcción	Componente del edificio		Coeficiente estándar de transferencia de calor					
				Clasificación de área					
				I	II	III	IV	V	VI
Estructuras de concreto reforzado	Construcciones con aislamiento interior	Techos		0.27	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37
		Paredes		0.39	0.49	0.75	0.75	0.75	1.59
		Pisos	Porción expuesta al aire abierto	0.27	0.32	0.37	0.37	0.37	-
			Otras porciones	0.38	0.46	0.53	0.53	0.53	-
		Losas de piso sobre tierra	Porción expuesta al aire abierto	0.47	0.51	0.58	0.58	0.58	-
			Otras porciones	0.67	0.73	0.83	0.83	0.83	-
	Construcciones con aislamiento exterior	Techos		0.32	0.41	0.43	0.43	0.43	0.43
		Paredes		0.49	0.58	0.86	0.86	0.86	1.76
		Pisos	Porción expuesta al aire abierto	0.38	0.46	0.54	0.54	0.54	-
			Otras porciones	-	-	-	-	-	-
		Losas de piso sobre tierra	Porción expuesta al aire abierto	0.47	0.51	0.58	0.58	0.58	-
			Otras porciones	0.67	0.73	0.83	0.83	0.83	-
Otras estructuras		Techos		0.17	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
		Paredes		0.35	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
		Pisos	Porción expuesta al aire abierto	0.24	0.24	0.34	0.34	0.34	-
			Otras porciones	0.34	0.34	0.48	0.48	0.48	-
		Losas de piso sobre tierra	Porción expuesta al aire abierto	0.37	0.37	0.53	0.53	0.53	-
			Otras porciones	0.53	0.53	0.76	0.76	0.76	-

En **China**, los requerimientos de Eficiencia Energética han sido establecidos desde 1986 en diferentes estándares dependiendo de la zona y el uso de la edificación. De esta forma, existen códigos individuales para las zonas del norte, el centro y el sur de China, así como también para hoteles turísticos y edificios

públicos, todo ellos trabajando también con el concepto del Valor-U. Para la fecha de publicación del trabajo revisado, el Ministerio Central de la Construcción (MOC) estaba desarrollando un código unificado para edificaciones, en el cual se establecerán requisitos separados para aquellas que son residenciales y las que son comerciales.

En la **India**, no fue sino hasta 2007 que el Ministerio de Energía implementó una nueva regulación para edificaciones comerciales, el cual se inspira en los estándares de la ASHRAE y el Código de Edificios de California.

En este trabajo se realiza adicionalmente una breve discusión sobre la forma como se podrían comparar los diferentes códigos que han sido revisados. Dada la complejidad de las innumerables variables involucradas, se establece que la mejor forma posible es a través de los Valores-U para cada componente por separado. La ecuación básica para hacer esto sería:

U.total = U.techo + U.pared + U.piso + 0.2 * U.ventana

Los resultados no se presentan en este resumen por no formar parte importante de los objetivos de la investigación, pero se pueden revisar en la referencia y formar parte de estudios posteriores.

Como conclusión, se menciona nuevamente que el incremento de la eficiencia energética en los edificios puede llegar a ser muy importante, tanto en las nuevas construcciones como en las existentes, si tan solo se implementaran algunas medidas simples, pero para ello se necesita dirigir los esfuerzos hacia la creación de políticas e iniciativas que promuevan la implementación de nuevas tecnologías y mejores soluciones a un menor costo.

2.3. Marco Teórico

Además de los antecedentes que “describen el estado pasado y actual del conocimiento sobre el problema de estudio” (Hernández y otros, 2006), la presente investigación se ha desarrollado dentro del siguiente Marco Teórico:

2.3.1. Eficiencia Energética

De acuerdo con la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE, 2010), el término Eficiencia Energética es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos, lo cual puede lograrse a través de diversas acciones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la población.

Como se mencionó al comienzo del trabajo, Ahorro de Energía y Eficiencia Energética pudieran inicialmente parecer términos equivalentes, sin embargo existe una diferencia sutil entre ellos. El ahorro de energía se fundamenta en la disminución del consumo por cambios en nuestra forma de vida, como por ejemplo cuando se usa el ventilador en vez del aire acondicionado. De acuerdo con la IEA (2008), la eficiencia energética implica mejorar las tecnologías para permitir el mismo consumo con un menor gasto o un mayor consumo con el mismo gasto energético. Está orientada a optimizar el uso energético sin sacrificar nuestra calidad de vida. Para la IEA, la eficiencia energética ofrece la herramienta más poderosa y más efectiva desde el punto de vista económico para asegurar un futuro energético sustentable.

2.3.2. Envolvente del edificio

Es el conjunto de componentes que representan la frontera entre la edificación y su entorno y a través de la cual se transfiere calor, luz, humedad, aire y sonidos (UCV, 2004). Comúnmente se establecen como componentes de una edificación

las paredes externas, puertas, ventanas, techos, tragaluces, aislamiento, infiltración y control de fugas de aire.

Este elemento es un factor muy importante en el diseño y construcción de edificios eficientes energéticamente, porque de él depende la entrada de algunas variables indeseadas como la radiación solar, y de otras que si se necesitan como la ventilación natural.

2.3.3. Arquitectura eficiente

Desde el punto de vista práctico, en los proyectos de Eficiencia Energética para nuevas construcciones se reconocen principalmente cinco áreas de acción: ubicación, geometría y orientación; el conocimiento y manejo de las condiciones climáticas externas e internas; los materiales de construcción y por último, los equipos y servicios (UCV, 2004). Sin embargo, está claro que es mucho más sencillo y económico diseñar una edificación nueva para que sea eficiente desde el punto de vista energético, que acondicionar una que ya existe para lograrlo.

2.3.4. Auditoría Energética

En el caso de las edificaciones existentes se usa una técnica denominada “Auditoría Energética”, que es un procedimiento sistemático que se realiza para conocer en detalle los aspectos de mayor interés energético de un edificio o grupo de edificios y proponer actuaciones para mejorar la eficiencia de los equipos e instalaciones, de forma de obtener ahorros energéticos y económicos (EnerBuilding, 2007). Por medio de este procedimiento se proporciona un conocimiento bastante confiable del consumo energético de la edificación, se detectan los factores principales de consumo y se logran identificar las posibilidades de mejoras.

En el desarrollo de una Auditoría Energética se reconocen algunas etapas claves como la recolección de datos, el análisis de los procesos, e quipos y servicios, las mejoras en los procesos, tecnologías usadas y por último, el desarrollo de planes y recomendaciones.

2.3.5. Indicadores

Existen tres indicadores fundamentales que miden la Eficiencia Energética (OTA, 1992; Hernández N, 2009).

- Intensidad Energética

Cantidad de energía utilizada por cada US$ del Producto Interno Bruto (PIB) de un país específico. Según Hernández, “lo importante no es la cantidad de energía consumida, sino como ésta es utilizada para crear riqueza”.

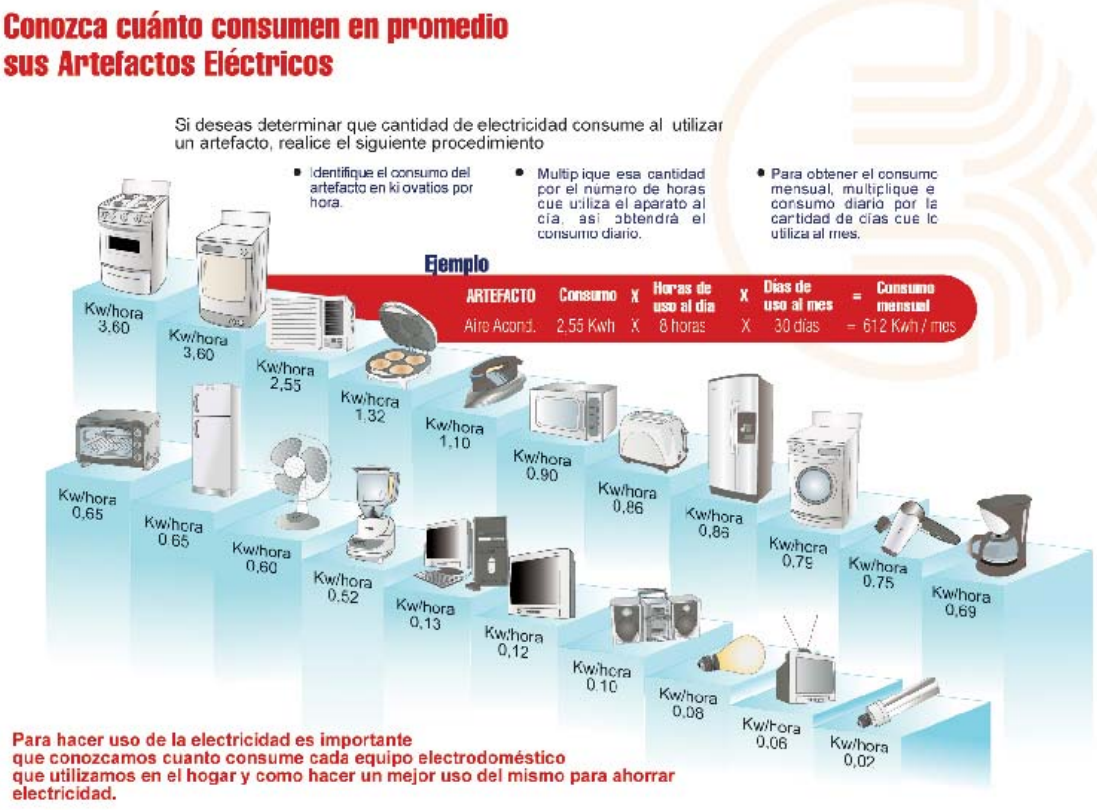
- Intensidad de Carbono

Emisión de CO_2 por cada mil US$ del Producto Interno Bruto (PIB). Mide el esfuerzo realizado para disminuir el impacto ambiental asociado al uso de combustibles fósiles.

- Intensidad Energética por área

Mide la energía utilizada en inmuebles por unidad de superficie y la cantidad de emisión de CO_2 por unidad de superficie.

Si se desea cuantificar un consumo eléctrico específico, éste se determina frecuentemente con base en el valor del consumo del aparato o equipo propiamente dicho, dato que es comúnmente proporcionado por el fabricante, en kilovatios por hora y multiplicado por su tiempo de uso. En el Infograma N° 9 se presenta un material divulgado en Venezuela por el Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, que muestra una forma sencilla de calcular consumos eléctricos domésticos (ENELVEN, 2010).



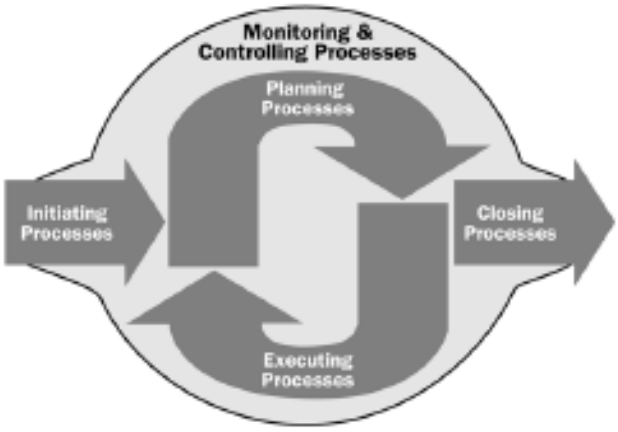
Infograma N° 9.- Procedimiento para calcular consumos eléctricos domésticos.
(Fuente: ENELVEN, 2010)

Adicionalmente y dentro del el contexto del “III Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia Energética” efectuado en Panamá en julio de 2010, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) propuso un grupo de indicadores que permitan evaluar la racionalidad del uso de la energía y efectuar mediciones del nivel de eficiencia energética. Estos indicadores son clasificados según la CEPAL en *Indicadores de Diagnóstico* (intensidad energética o consumos específicos) e *Indicadores de Desempeño* de las actividades y programas de fomento a la eficiencia energética (CEPAL, 2010). En el Anexo N° 4 se presenta una tabla de los indicadores propuestos por la CEPAL.

2.3.6. Gerencia de Proyectos

Según el PMBOK (PMI, 2008) “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único). En una empresa, un proyecto es solo el medio a través del cual se alcanzan sus objetivos estratégicos. De acuerdo con ello, la gerencia de proyectos no es más que “la aplicación del conocimiento, destrezas, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para alcanzar los requerimientos del mismo” (PMI, 2008).

La metodología a desarrollar está orientada hacia los conceptos incluidos en el PMBOK, donde se destacan cinco procesos naturales en la gerencia de proyectos, los cuales tiene claras dependencias entre sí y son realizados siguiendo la misma secuencia. Estos procesos son conocidos como inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre (Ver Infograma N° 10).



Infograma N° 10.- Grupos de Procesos en la Gerencia de Proyectos
(Fuente: PMBOK, 2008).

La metodología del PMBOK (PMI, 2008) se fundamenta a su vez en las nueve Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos: Gestión de la Integración, Alcance, Tiempo, Costos, Calidad, Recursos Humanos, Comunicaciones, Riesgos y Adquisiciones.

Las Tablas N° 11 y 12 muestran la correspondencia de los 44 procesos de dirección de proyectos en los cinco Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos y las nueve Áreas de Conocimiento.

Tabla N° 11.- Correspondencia de los Procesos de Dirección de Proyectos a los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos y a las Áreas de Conocimiento (Fuente: PMBOK, 2008).

Procesos de un Área de Conocimiento	Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto 3.2.1.1 (4.1) Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar 3.2.1.2 (4.2)	Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto 3.2.2.1 (4.3)	Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto 3.2.3.1(4.4)	Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto 3.2.4.1 (4.5) Control Integrado de Cambios 3.2.4.2 (4.6)	Cerrar Proyecto 3.2.5.1 (4.7)
5. Gestión del Alcance del Proyecto		Planificación del Alcance 3.2.2.2 (5.1) Definición del Alcance 3.2.2.3 (5.2) Crear EDT 3.2.2.4 (5.3)		Verificación del Alcance 3.2.4.3 (5.4) Control del Alcance 3.2.4.4 (5.5)	
6. Gestión del Tiempo del Proyecto		Definición de las Actividades 3.2.2.5 (6.1) Establecimiento de la Secuencia de las Actividades 3.2.2.6 (6.2) Estimación de Recursos de las Actividades 3.2.2.7 (6.3) Estimación de la Duración de las Actividades 3.2.2.8 (6.4) Desarrollo del Cronograma 3.2.2.9 (6.5)		Control del Cronograma 3.2.4.5(6.6)	
7. Gestión de los Costes del Proyecto		Estimación de Costes 3.2.2.10 (7.1) Preparación del Presupuesto de Costes 3.2.2.11 (7.2)		Control de Costes 3.2.4.6 (7.3)	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		Planificación de Calidad 3.2.2.12 (8.1)	Realizar Aseguramiento de Calidad 3.2.3.2 (8.2)	Realizar Control de Calidad 3.2.4.7 (8.3)	

Tabla 12.- Correspondencia de los Procesos de Dirección de Proyectos a los Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos y a las Áreas de Conocimiento (Cont.) (Fuente: PMBOK, 2008).

Procesos de un Área de Conocimiento	Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	Grupo de Procesos de Cierre
9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		Planificación de los Recursos Humanos 3.2.2.13 (9.1)	Adquirir el Equipo del Proyecto 3.2.3.3 (9.2) Desarrollar el Equipo del Proyecto 3.2.3.4 (9.3)	Gestionar el Equipo del Proyecto 3.2.4.8 (9.4)	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		Planificación de las Comunicaciones 3.2.2.14 (10.1)	Distribución de la Información 3.2.3.5 (10.2)	Informar el Rendimiento 3.2.4.9 (10.3) Gestionar a los Interesados 3.2.4.10 (10.4)	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		Planificación de la Gestión de Riesgos 3.2.2.15 (11.1) Identificación de Riesgos 3.2.2.16 (11.2) Análisis Cualitativo de Riesgos 3.2.2.17 (11.3) Análisis Cuantitativo de Riesgos 3.2.2.18 (11.4) Planificación de la Respuesta a los Riesgos 3.2.2.19 (11.5)		Seguimiento y Control de Riesgos 3.2.4.11 (11.6)	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		Planificar las Compras y Adquisiciones 3.2.2.20 (12.1) Planificar la Contratación 3.2.2.21 (12.2)	Solicitar Respuestas de Vendedores 3.2.3.6 (12.3) Selección de Vendedores 3.2.3.7 (12.4)	Administración del Contrato 3.2.4.12 (12.5)	Cierre del Contrato 3.2.5.2 (12.6)

2.4. Marco Conceptual

En el marco conceptual se definen los conceptos que están estrechamente relacionados con la presente investigación y facilitan, por lo tanto, su comprensión. Según Balestrini (2006), todo proyecto de investigación debe tener “una sección especialmente dedicada a la definición de los elementos básicos que conforman la estructura teórica de la misma, que permiten orientar el sentido de la investigación: los conceptos. A fin de organizar, sistematizar los datos y percibir las relaciones entre los fenómenos estudiados, se deben definir los conceptos” (p.107).

Auditoría Energética en Edificaciones: Procedimiento sistemático que se realiza para conocer en detalle los aspectos de mayor interés energético de un edificio o grupo de edificios y proponer actuaciones para mejorar la eficiencia de los equipos e instalaciones, de forma de obtener ahorros energéticos y económicos (EnerBuilding, 2007).

Calificación de eficiencia energética: Expresión de la eficiencia energética que se determina de acuerdo con una metodología de cálculo y se expresa con indicadores energéticos mediante la etiqueta de eficiencia energética (MITYC, 2007).

Coeficiente de calor solar ganado (SHGC): Es la radiación solar que penetra a través de una ventana o fachada de vidrio y aporta luz y calor (UCV, 2004).

Coeficiente relativo de calor solar ganado (RSHGC): Es el coeficiente SHGC multiplicado por un factor, que depende de la existencia de salientes en la fachada que produzcan sombra sobre la ventana (CEC, 2008).

Combustibles fósiles: Son mezclas de compuestos orgánicos que se extraen del subsuelo con el objetivo de producir energía por combustión. Se consideran combustibles fósiles al carbón, al petróleo y el gas natural (http://es.wikipedia.org/wiki/Combustible).

Energía: se conoce como una propiedad de la materia que permite realizar un trabajo (http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa). La energía constituye un elemento esencial para la calidad de vida del ser humano y es fundamental en la producción de bienes y servicios requeridos para satisfacer las principales necesidades de la población

Eficiencia Energética: conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos (OLADE, 2010).

Etiqueta de eficiencia energética: Distintivo que señala el nivel de calificación de eficiencia energética (MITYC, 2007).

Envolvente: conjunto de componentes que representan la frontera entre la edificación y su entorno y a través del cual se transfiere el calor, la luz, la humedad, el aire y los sonidos (UCV, 2004).

Factor-U o Valor-U: coeficiente de transferencia de energía térmica sobre un elemento, medido normalmente en Btu/hr-ft^2-°F (IEA, 2008).

2.5. Base Legal en Latinoamérica

Según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), existen actualmente en funcionamiento en América Latina y el Caribe, un conjunto de leyes de Eficiencia Energética que se han oficializado para garantizar el uso eficiente de la energía, las cuales se presentan en forma resumida en su página web (www.olade.org.ec).

2.5.1. Instrumentos legales

En la Tabla N° 13 se incluyen las leyes y decretos oficiales que, según OLADE, conforman el marco legal para la eficiencia energética en Latinoamérica. Más adelante se hace una breve descripción de cada uno de estos documentos.

Tabla 13.- Marco Legal en Latinoamérica
(Fuente: OLADE, 2010).

País	Norma	Título	Fecha
Brasil	Ley	Inversión para la Búsqueda y Desarrollo de la Eficiencia Energética.	jul-2000
	Ley	Dispone la Política Nacional sobre Conservación y Uso Racional de la Energía.	oct-2001
	Reglamento	Reglamenta la Ley N° 9.991 del 24 de julio de 2000.	jul-2001
	Reglamento	Reglamenta la Ley N° 10.295, del 17 de octubre de 2001.	dic-2001
	Decreto	Crea la Empresa de Pesquisa Energética EPE y aprueba su Estatuto Social.	ago-2004
Chile	Norma	Normas de eficiencia energética para artefactos eléctricos	ene-2000
Colombia	Ley	Uso Racional y Eficiente de la Energía.	oct-2001
	Decreto	Reglamenta la Ley 697 de 2001 y crea una Comisión Intersectorial.	dic-2003
Costa Rica	Ley	Regulación del Uso Racional de la Energía.	dic-1994
	Reglamento	Reglamento para la Regulación del Uso Racional de la Energía.	nov-1996
Guatemala	Ley	Ley Orgánica del Instituto Nacional de Electrificación, INDE.	feb-1995
Perú	Ley	Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía.	sep-2000
Venezuela	Norma	Norma y Etiquetado de Eficiencia Energética.	nov-1998
	Anteproyecto de Ley	Anteproyecto de Ley para promover la Eficiencia Energética.	ago-2002
	Plan de Desarrollo	Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013.	sep-2007

BRASIL

- Ley Nº 9.991 – 2000: Inversión para la Búsqueda y Desarrollo de la Eficiencia Energética: Establece el porcentaje que las empresas concesionarias y las titulares de permisos y autorizaciones para la distribución de energía eléctrica están obligadas a destinar de sus ingresos líquidos, cada año, a la investigación en la búsqueda y desarrollo de la eficiencia energética en el uso final.
- Ley Nº 10.295 – 2001: Dispone sobre la Política Nacional sobre Conservación y Uso Racional de la Energía: Faculta al poder Ejecutivo establecer los niveles máximos de consumo específico de energía o los mínimos de eficiencia energética en base a parámetros técnicos y económicos factibles, para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, la conservación y protección del medio ambiente.
- Decreto N. 3.867-2001: Reglamenta la Ley N. 9.991 de 24 de julio de 2000: Trata de la necesidad de inversión en la búsqueda, desarrollo y eficiencia energética que deben realizar las empresas concesionarias, autorizadas o que operan en el sector eléctrico.
- Decreto N. 4.059-2001: Reglamenta la Ley N. 10.295, de 17 de octubre de 2001. Dispone sobre la Política Nacional de Conservación y el Uso Racional de la Energía. Faculta al Ministerio de Energía y Minas establecer los niveles máximos de consumo de energía y los mínimos de eficiencia energética sobre indicadores técnicos de máquinas y aparejos consumidores de energía. Instituye el Comité Gestor de Indicadores y Niveles de Eficiencia Energética – CGIEE.
- Decreto Nº 5184 – 2004: Crea la Empresa de Pesquisa Energética y aprueba su Estatuto Social: Este decreto crea una empresa pública federal vinculada al Ministerio de Minas y Energía. Contiene el estatuto social de la Empresa, en el que se destaca el objeto social destinado a estudios y planificación de

actividades del sector energético, como energía eléctrica, gas natural, petróleo, carbón mineral, energías renovables, eficiencia energética, entre otras.

CHILE

- Normas de Eficiencia Energética Para Artefactos Eléctricos (01/2000): La Comisión Nacional de Energía junto con el Instituto Nacional de Normalización elaboró un conjunto de normas de eficiencia energética para artefactos eléctricos, las cuales en su gran mayoría corresponden a homologaciones de normas internacionales provenientes de la International Organization for Standardization (ISO) y de la International Electrotechnical Commission (IEC). En ellas se define un método de medición del consumo de energía y de la eficiencia energética, para entregar una adecuada información al consumidor.

COLOMBIA

- Ley Nº 697 – 2001: Uso Racional y Eficiente de la Energía: Fomenta el uso racional y eficiente de la energía y promueve la utilización de energías alternativas. Plantea la creación del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE).
- Decreto Nº 3683 – 2003: Reglamenta la Ley 697 de 2001 y crea una Comisión Intersectorial: Reglamenta el uso racional y eficiente de la energía, de tal forma que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convencionales de energía. Para ello se crea la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía.

COSTA RICA

- Ley Nº 7447 – 94: Regulación del Uso Racional de la Energía: Consolida la participación del Estado en la promoción y la ejecución gradual del programa de uso racional de la energía. Del mismo modo, se propone establecer los mecanismos para alcanzar el uso eficiente de la energía y sustituirlos cuando convenga al país, tomando en cuenta la protección del medio ambiente.
- Decreto Nº 25584 – 96: Reglamento para la Regulación del Uso Racional de la Energía: Establece las disposiciones, los requisitos y procedimientos que regularán el uso racional de la energía, al amparo de lo dispuesto en la Ley No. 7447. Entre las disposiciones planteadas están las formas de incentivos y cofinanciamiento para las empresas que aportan al ahorro de energía de una manera eficiente. Asimismo se establece los niveles mínimos de eficiencia energética que deben cumplir los equipos.

GUATEMALA

- Ley Nº dl 64-94: Ley Orgánica del Instituto Nacional de Electrificación INDE: Establece la naturaleza, integración, estructura y funciones del INDE, que es el organismo encargado de formular planes y políticas tendientes a superar la deficiencia de electricidad en el país y propiciar la utilización eficiente de la energía eléctrica.

PERÚ

- Ley Nº 27345 – 2000: Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía: Fomenta el uso eficiente de la energía para asegurar el suministro de energía, protege al consumidor, promueve la competitividad y reduce el impacto ambiental. Además señala las facultades que tienen las autoridades competentes para cumplir con este objetivo.

VENEZUELA

- Norma y Etiquetado de Eficiencia Energética (13/11/98): Resolución Conjunta de los Ministerios del Poder Popular para el Comercio y para la Energía donde se hace obligatoria la colocación de la etiqueta de “Guía de Consumo”, donde se indica el consumo de energía en refrigeradores y congeladores.
- Anteproyecto de Ley para promover la Eficiencia Energética (13/8/2002): El objeto de esta ley es “la promoción de la eficiencia energética en beneficio de los oferentes y demandantes de energía y de servicios energéticos, del interés de la economía nacional, el resguardo de los derechos de los consumidores y la protección del ambiente”.
- Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013: Plan para asegurar que la producción y el consumo de energía contribuyan a un desarrollo ambientalmente equilibrado, económicamente equitativo y socialmente solidario.

2.5.2. Programas e Iniciativas

Adicionalmente, OLADE (2010) también presenta un grupo de Programas e Iniciativas que se han adelantado en toda Latinoamérica, para promover y desarrollar el uso eficiente de la energía en la región, los cuales se incluyen en la Tabla N° 14. Más adelante se hace una breve descripción de cada uno de ellos.

Tabla 14.- Programas e iniciativas en Latinoamérica (Fuente: OLADE, 2010).

País	Programa o Iniciativa	Título	Año
Brasil	Programa	Programa Nacional de Conservación de la Energía Eléctrica (PROCEL).	1985
	Programa	Programa de Racionalización en el Uso de Derivados de Petróleo y Gas Natural (CONPET).	1991
Chile	Programa	Programa País Eficiencia Energética (PPEE).	2005
Colombia	Programa	Programa de Ahorro de Combustible en el Sector Transporte.	S/Información
Costa Rica	Organismo	Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).	1999
	Organismo	Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL).	S/Información
Cuba	Programa	Programa de Ahorro de Energía Eléctrica en Cuba.	1997
Honduras	Proyecto	Proyecto de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Comercial de Honduras (PESIC).	2005
Jamaica	Código voluntario	Oficina de Normalización de Jamaica (BSJ - Bureau of Standars Jamaica).	1994
México	Organismo	Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).	1989
	Organismo	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).	S/Información
	Organismo	Centro de Conservación de la Energía y del Ambiente (CENERGIA).	S/Información
Venezuela	Programas	Sustitución de Bombillos; Gas Natural para Vehículos; Sustitución de infraestructura de Gas; Normas de Eficiencia Energética; Renovación del Parque de Generación Eléctrica; Uso de Fuentes Alternativas de Energía; Desarrollo de Campañas educativas.	2006

BRASIL

Programa Nacional de Conservación de la Energía Eléctrica (**PROCEL**): Busca promover la producción racional y el uso eficiente de la energía eléctrica. Fue creado en el año 1985 y es liderado por la Empresa Electrobras. Se financia con recursos nacionales de esta Empresa y del Fondo de Reserva Global de Reversión, RGR. Asimismo, cuenta con recursos internacionales, entre los que destacan los entregados por el Global Environmental Facility (GEF).

Programa de Racionalización en el Uso de Derivados de Petróleo y Gas Natural (CONPET): Fue creado por Decreto Federal en el año 1991, con el objetivo principal de incentivar el uso eficaz de estas fuentes de energía no renovables en el sector transporte, residencial, comercial, industrial y agropecuario. Nace como una iniciativa del Ministerio de Minas y Energía, coordinado por representantes de entes del Gobierno Federal y de la iniciativa privada. El programa es financiado con recursos técnicos, administrativos y financieros de Petrobras.

CHILE

Programa País Eficiencia Energética (PPEE): Fue creado en el año 2005 y tiene como ejes principales: la generación de una cultura de eficiencia energética en la población, la formulación de una política nacional y un marco regulatorio de eficiencia energética, que permita el desacoplamiento entre el crecimiento económico y el crecimiento en el consumo energético, así como el establecimiento de incentivos económicos, tributarios y financieros para el uso eficiente de la energía en los sectores: industrial, empresarial, residencial, de transporte, entre otros. Forma parte de la gestión del Ministerio de Economía y Energía de Chile.

COLOMBIA

Programa de Ahorro de Combustible en el Sector Transporte: Este programa de ahorro energético en el sector transporte es desarrollado por la Unidad de

Planeación Minero Energético (UPME), orientado a controlar la gran demanda, como un desafío importante debido a los altos niveles de consumo de combustible en el sector.

COSTA RICA

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE): Trabaja desde el año 1999, en la implementación de programas de eficiencia energética que introduzcan tecnologías que conlleven al uso eficiente de la electricidad y a la optimización de este recurso energético en el país. Entre las principales actividades que desarrolla ICE a través del Área de Conservación de Energía, se encuentran: la operación del Laboratorio de Eficiencia Energética, el proyecto del sello energético, bajo el cual el usuario pueda identificar en el mercado los equipos más eficientes, y el Programa de Información de Ahorro de Energía.

Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL): Promueve conjuntamente con ICE el uso eficiente de electricidad a nivel residencial, comercial e industrial, mediante el Programa para la Conservación de la Energía CNFL.

CUBA

Programa de Ahorro de Energía Eléctrica en Cuba: Este programa comenzó en noviembre del año 1997, en momentos en que la economía cubana se encontraba en franco proceso de recuperación, y el crecimiento de la demanda y consumo de electricidad se incrementó.

HONDURAS

Proyecto de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Comercial de Honduras (PESIC): Comienza a ejecutarse a mediados del año 2005 y está a cargo del Consejo Empresarial Hondureño para el Desarrollo Sostenible (CEHDES). Surge como iniciativa del sector público y privado de Honduras, debido al aumento de la dependencia de la utilización de combustibles fósiles para

generación eléctrica. Plantea la promoción de inversiones en equipo y prácticas para el logro de una energía eficiente.

JAMAICA

Oficina de Normalización de Jamaica (BSJ - Bureau of Standars Jamaica): Promueve iniciativas para la conservación de energía desde el año 1994 y desarrolla un Código de Construcción de Eficiencia Energética, con el apoyo del Banco Mundial del Banco Mundial, el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (UNDP) y la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI) en 1992. El Código es aplicado voluntariamente, pero el gobierno jamaiquino está dando pasos para hacer del mismo un estándar obligatorio con total aplicabilidad.

MÉXICO

Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE): Éste organismo comenzó sus actividades en el año de 1989, y promueve el uso eficiente de la energía desde su producción (generación eléctrica, refinación, transporte de combustibles) hasta su uso final (procesos industriales, transporte, consumo final de electricidad, etc).

Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE): Es una institución de carácter privado que tiene como objetivo, promover e inducir, con acciones claras y concretas, el ahorro de energía eléctrica en los usuarios. El FIDE, en su calidad de fideicomiso, concede financiamiento para implementación de proyectos de ahorro de electricidad, otorga asistencia técnica para desarrollo de iniciativas y brinda capacitación sobre temas de ahorro de energía. Certifica la eficiencia eléctrica en aparatos eléctricos y dispone de material educativo sobre el ahorro de energía eléctrica. En trabajo conjunto con la Comisión Federal de Electricidad vende lámparas fluorescentes compactas a precios de fábrica, a plazos y sin cobro de intereses.

Centro de Conservación de la Energía y del Ambiente (CENERGIA): Este centro es un organismo privado sin fines de lucro destinado a promover la eficiencia energética en los sectores económicos y productivos del Perú. CENERGIA ha desarrollado más de 300 estudios y proyectos de eficiencia energética, conservación del ambiente y energías renovables.

VENEZUELA

Como parte de las políticas del Gobierno venezolano actual orientadas a la eficiencia energética, inició en noviembre 2006: La Misión Revolución Energética, con el fin de promover, como expresión de una política pública de carácter estratégico, el uso eficiente de la energía en el país.

Entre los programas que desarrolla esta Misión se pueden mencionar: Sustitución de Bombillos Incandescentes por Ahorradores, Gas Natural para Vehículos, Sustitución de infraestructura obsoleta de Gas, Creación de Normas de Eficiencia Energética, Renovación del Parque de Generación Eléctrica, Uso de Fuentes Alternativas de Energía y Desarrollos de Campañas educativas e informativas para sensibilizar a la población.

El primero de estos programas se ejecutó dentro de la primera fase entre el 2006 y el 2007, y consiste en la sustitución de bombillas incandescentes por bombillos ahorradores, la instalación de 1000 megavatios (MW) de generación distribuida y campañas educativas. La segunda fase arrancó en 2009 y comprende la sustitución de infraestructura obsoleta de gas, la gasificación nacional, fabricación e instalación de paneles solares, instalación de generación eólica y creación de normas de eficiencia energética. La tercera fase está planificada para 2009-2012, consiste en el reemplazo de algunas plantas ineficientes de generación eléctrica.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

A continuación se presentan la estrategia y procedimientos que permitirán al investigador, desarrollar una metodología para la gestión de Proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones. Tal como lo explica Balestrini (2006), el desarrollo de un Marco Metodológico es muy importante para "situar en el lenguaje de investigación, los métodos e instrumentos que se emplearán en la investigación planteada" (p. 126).

3.1. Tipo de investigación

El presente trabajo se elaboró usando el concepto de Investigación Proyectiva, donde luego de la evaluación de las actuales tendencias a nivel mundial sobre Eficiencia Energética, se desarrolla una propuesta que permite el planteamiento de la metodología objeto de la investigación. Este concepto se define como:

> La investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades (UPEL, 2006, p 13).

Hurtado de Barrera (citado en UCAB, 2010) indica que "la investigación proyectiva propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta".

Adicionalmente la investigación tiene un nivel Descriptivo, porque busca medir en una población un conjunto de variables que permitan describir el estado del conocimiento del tema a nivel mundial y con base en ello, construir la propuesta

que permita el logro del objetivo. Según Hernández y otros (2006), los estudios descriptivos buscan “especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (p 103).

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental, ya que se tratará de observar las tendencias actuales, tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlas y vincularlas con los procesos de gestión de proyectos en la Corporación OTEPI. Con relación a la dimensión temporal, la investigación es de tipo transeccional, que como lo refieren Hernández y otros (citado en Balestrini, 2006), son aquellas donde “se proponen la descripción de las variables, tal como se manifiestan y el análisis de éstas, tomando en cuenta su interrelación e incidencia”. En este tipo de diseños, la recolección de los datos se efectúa solo una vez y en un tiempo único. “Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población” (Hernández y otros, 2006).

Con el estudio del caso de la Unidad de Servicios de Energía, se estudia además a la Corporación OTEPI en un entorno o situación única, los proyectos de eficiencia energética, de la forma más detallada posible.

Por otra parte, es también una investigación documental porque se basa en “el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos” UPEL (2006).

3.3. Población y Muestra del estudio

El objeto de análisis de esta investigación es la elaboración de una metodología para la gestión de proyectos de eficiencia energética en edificaciones, como parte

de los servicios ofrecidos por la Unidad de Servicios de Energía de la Corporación OTEPI.

En tal sentido, la población y muestra del estudio son cada una de las actividades que conforman la metodología de ejecución de proyectos de la Corporación OTEPI, aplicadas dentro del contexto del alcance de los servicios que ofrece la Unidad de Servicios de Energía, particularmente en el área de eficiencia energética.

3.4. Técnicas de recolección y análisis de la información

Durante la investigación documental, la información requerida se recopilará usando Técnicas Documentales (Balestrini, 2006, p.152) aplicadas al material bibliográfico a consultar y en función de los datos que se desean recopilar, las cuales permitirán la elaboración de los contenidos teóricos relacionados. Para el análisis de esta información se utilizará la observación documental y la presentación resumida de textos. Como parte de las técnicas operacionales, se utilizarán las citas y notas de referencias bibliográficas, ampliación de texto y la presentación de cuadros, gráficos e infogramas. Adicionalmente se utilizarán técnicas más especializadas del área de Organización y Sistemas, tales como los Flujogramas de Procesos y Organigramas. Como técnica de relaciones individuales, se utilizará en la fase inicial la observación simple y directa, no participante, describiendo una “foto” del estado del conocimiento en el momento de la investigación.

Bajo este esquema, se revisarán algunos trabajos relacionados con el objetivo del trabajo que fueron recopilados de diferentes universidades, algunas empresas privadas como la corporación en estudio, organizaciones gubernamentales y otras comisiones o agencias internacionales, tal como se detallan a continuación:

- Bibliografía relacionada con la gerencia de proyectos en general y con la gestión de proyectos de ingeniería, en particular.

- Artículos publicados a nivel nacional e internacional, relacionados con el tema de la Energía, particularmente Ahorro y Eficiencia Energética en Edificaciones.
- Documentos públicos de la organización en estudio que forman parte de sus políticas y procedimientos, especialmente aquellos procesos claves que se utilizan en la ejecución de proyectos.
- Aspectos legales que rigen el campo en estudio.

Para el análisis de la información, se procederá a su clasificación de acuerdo con ciertos parámetros como el país o región de origen, el área en estudio (ahorro de energía, eficiencia energética, cambio climático, etc.), el tipo de edificación (nueva o existente) y las técnicas o herramientas propuestas para la búsqueda de soluciones. Posteriormente se realizará el análisis individual y se establecerá la relación entre ellos, con el fin de conseguir las respuestas a los objetivos planteados.

Para su ubicación en lugar no se hicieron limitaciones, ya que la idea fue revisar el estado del conocimiento a nivel mundial. Para su ubicación en el tiempo, se tratará de limitar la escogencia a aquellos artículos publicados desde el año 2000 en adelante.

3.5. Procedimiento metodológico

En una investigación de tipo proyectiva, el procedimiento metodológico está compuesto por las siguientes fases: diagnóstico, fundamentación teórica, procedimiento metodológico, actividades para su ejecución, análisis y conclusiones sobre la viabilidad, ejecución de la propuesta y evaluación del proceso.

De acuerdo con esto, se establecieron las siguientes fases para la realización del estudio:

- Revisión de la literatura disponible a nivel nacional e internacional, que se posee actualmente en el área de la eficiencia energética en edificaciones.
- Recopilación de información sobre aquellas etapas y procesos claves que actualmente se usan para la gestión de proyectos en la Corporación OTEPI y muy especialmente en OTEPI Consultores.
- Recopilación de aquellos aspectos legales que intervienen en el área de la eficiencia energética en edificaciones.
- Identificación de los elementos principales que intervienen en la metodología que se pretende estructurar, en función del estado del conocimiento descrito en el marco referencial, con base en los procesos principales de ejecución de proyectos de la Corporación OTEPI y de acuerdo con lo establecido en el Project Management Body of Knowledge (PMBOK, 2008).
- Desarrollo y análisis de la metodología para la gestión de proyectos de Eficiencia Energética en edificaciones nuevas y existentes, bien sean del tipo residencial o comercial.
- Formulación de las recomendaciones necesarias para ampliar el estudio en etapas posteriores, que permitan el desarrollo de la Unidad de Servicios de Energía en el área de la Eficiencia Energética.

3.6. Consideraciones éticas y legales

El Project Management Institute posee su propio código de ética que debe ser cumplido por todos los miembros de esa organización (PMI, 2003). Con base en este documento, se presentan a continuación algunas consideraciones éticas que han sido tomadas en cuenta en el presente Trabajo Especial de Grado.

- La investigación fue realizada de la manera más justa, honesta y exacta posible (PMI 2003, Professional Obligations, Professional Behaviour, Art. A.3).

- Se respetaron y protegieron los derechos de autor sobre las investigaciones realizadas y se divulgaron correctamente, reconociendo las respectivas contribuciones de profesionales e intelectuales (PMI 2003, Professional Obligations, Professional Behaviour, Art. A.4).
- Se mantuvo la confidencialidad en todo momento con respecto a la información incluida que está relacionada con la Corporación OTEPI y alguna de sus unidades de negocio, la mayor parte de la cual es material público obtenido de su sitio web (www.otepi.com.ve) o de trabajos especiales de grado realizados con anterioridad. En caso de haberse incluido algún material que no provino de ninguna de estas fuentes, esto se hizo solo con el consentimiento escrito del representante legal de la organización (PMI 2003, Professional Obligations, Relationship with Customers, Clients and Employers, Art. B.2).
- No se recibió ningún pago extraordinario o algún tipo de bonificación a cambio de la información recopilada en este trabajo (PMI 2003, Professional Obligations, Relationship with Customers, Clients and Employers, Art. B.3).

Adicionalmente, el Colegio de Ingenieros de Venezuela posee su propio código de ética profesional que debe ser cumplido por todos los miembros de esa organización (CIV, 1996). Con base en este documento, se presentan a continuación algunos principios considerados en el código como “contrarios a la ética” que han sido respetados en el presente Trabajo Especial de Grado.

- Actuar en cualquier forma que tienda a menoscabar el honor, la responsabilidad y aquellas virtudes de honestidad, integridad y veracidad que deben servir de base a un ejercicio cabal de la profesión (CIV, 1996, Art 1).
- Utilizar estudios, proyectos, planos, informes u otros documentos, que no sean el dominio público, sin la autorización de sus autores y/o propietarios (CIV, 1996, Art 18).

- Revelar datos reservados de índole técnico, financiero o profesionales, así como divulgar sin la debida autorización, procedimientos, procesos o características de equipos protegido por patentes o contratos que establezcan las obligaciones de guardas de secreto profesional. Así como utilizar programas, discos cintas u otros medios de información, que no sea de dominio público, sin la debida autorización de sus autores y/o propietarios, o utilizar sin autorización de códigos de acceso de otras personas, en provecho propio. (CIV, 1996, Art 19).

CAPÍTULO IV
MARCO ORGANIZACIONAL

4.1. Reseña histórica

De acuerdo a lo que se establece en su sitio web (http://www.otepi.com.ve), la Oficina Técnica de Estudios y Planificación Integral (OTEPI) fue fundada en el año 1967 con el objetivo de prestar servicios en proyectos de ingeniería mecánica y de consultoría en el área de estudios especiales, con énfasis en las áreas de planificación y desarrollo regional, campo donde adquirió rápidamente un marcado prestigio nacional.

Para comienzos de los ’80 inicia las relaciones con la industria petrolera y en poco tiempo se logra consolidar como una empresa destacada en el diseño multidisciplinario de ingeniería, momento en el cual cambia su nombre a OTEPI Consultores, S.A. En esa época comienza la inversión en tecnología y la expansión regional, logrando para finales de la década ser reconocida como una de las mejores empresas de servicios de ingeniería en el país, dentro del sector petrolero, siderúrgico e industrias básicas.

Durante la década de los ’90 se inicia la apertura petrolera en el país y como resultado de este nuevo panorama, la empresa se convierte en Contratista General comenzando a ejecutar proyectos de Ingeniería, Procura y Construcción (IPC), en unos casos apoyándose en empresas locales y en otros, por medio de alianzas internacionales.

En 1997, aniversario de sus 30 años, OTEPI demuestra poseer un sistema de aseguramiento de la calidad conforme a los requisitos de las normas internacionales ISO 9000, según la certificación COVENIN - ISO 9901 que le es entregada por Fondonorma. En 1998 se crea OTEPI Operación y Mantenimiento (O&M), dedicada a emprender este tipo de actividades en campos productores de

petróleo y gas, ejecutando proyectos importantes a través de la alianza con la empresa estadounidense Greystar Corporation. En ese año comienza además el proceso de internacionalización hacia el mercado latinoamericano y para finales de los ’90, se inicia la trasformación a una corporación global de servicios, adquiriendo parte del capital accionario de la empresa de construcciones GBC Ingenieros Contratistas S.A.

Para el 2001 se logran contratar proyectos IPC tanto en el país, como en Panamá, Perú y Colombia. A partir del año 2004 se comienza a trabajar también en el mercado español y como resultado de esta incursión, hoy día la organización posee además de la infraestructura física, el talento necesario radicado en ese país para atender la demanda de servicios de ingeniería de las empresas españolas más importantes. En esa época, OTEPI ya poseía un rol importante en la industria del gas en Venezuela a través de su participación en YPERGAS, empresa privada productora de gas con capital mayoritariamente venezolano.

Debido a la estrategia de diversificación, para el 2003 se comienzan a ofrecer también Servicios de Geociencia, área poco desarrollada en el país hasta ese momento, logrando un fortalecimiento en la oferta de servicios cada vez más integrados, que incluían hasta entonces Ingeniería, Construcción, O&M y Subsuelo. Para el 2006, además de Venezuela y España, la Corporación logra tener presencia en otros países como USA, México y Colombia, atendiendo además de estos mercados, otros proyectos para el medio oriente y el norte de África.

En 2007 decide focalizarse principalmente en Ingeniería y Proyectos separándose de Greystar y comienza el proceso para desarrollar proyectos en una nueva área de relevancia internacional: las energías renovables, particularmente en lo que respecta a biocombustibles, energía eólica y energía solar, dando lugar a la nueva Unidad de Negocios de Servicios de Energía.

Este campo de desarrollo ofrece sin duda a la Corporación nuevas oportunidades de crecimiento y además posee un estímulo adicional importante, tal como lo explica Luis E. Paúl Kehrhahn, Presidente Ejecutivo de la Corporación, "…nos sentimos atraídos por la relevancia que significan para la humanidad, las acciones contundentes que se realicen en pro de revertir el calentamiento global" (OTEPI, 2007, p. 3).

Hoy día la Corporación OTEPI es una organización internacional consolidada, proveedora de servicios integrales en las áreas de gerencia de proyectos, ingeniería, construcción, subsuelo, gas, servicios de energía y financiamiento de iniciativas a través de sus dos unidades de negocios: Ingeniería y Proyectos, y Servicios de Energía.

4.2. Fundamentos Estratégicos

En el sitio web de la Corporación OTEPI (http://www.otepi.com.ve) se establecen los Fundamentos Estratégicos de la misma, los cuales están compuestos por su Misión, su Visión y sus Valores.

> "*Misión*: OTEPI es una Corporación venezolana dedicada a la promoción, desarrollo y operación de negocios tanto en Venezuela como en el exterior. Las empresas que integran la Corporación, prestan a sus clientes servicios eficientes, de calidad y con conciencia de costos, generando beneficios para sus accionistas y empleados, todo ello enmarcado dentro de criterios de desarrollo sustentables."
>
> "*Visión*: Hacer de OTEPI una Corporación líder en Latinoamérica en la prestación de servicios con alto valor agregado. Reconocida como suplidor preferencial por sus capacidades técnicas, la excelencia de su gente y su solidez financiera."
>
> "*Valores*: Ética, Calidad y Excelencia en los negocios, actuando con estricto apego a la legalidad y la moral". "Lealtad, compromiso y sentido de pertenencia, salvaguardando en cada actuación los intereses de la empresa y sus integrantes". "Compromiso con el entorno y responsabilidad social, profesando un profundo respeto al medio

> ambiente y a las normas de higiene y seguridad". "Respeto, confianza y compromiso con la gente, bajo la convicción de que el recurso humano es el pilar fundamental de la creación de valor de la empresa". "Responsabilidad, Seriedad y Austeridad, cumpliendo a cabalidad las tareas, promoviendo y honrando el cumplimiento de la palabra y respetando los acuerdos y compromisos adquiridos."

En el mismo sitio web se presentan también la Misión y Visión de la Unidad de Servicios de Energía.

> "*Misión*: En la Unidad de Negocios de Energía tenemos como misión proveer a nuestros clientes con soluciones óptimas, robustas, estables y eficientes en materia de energía, mediante la integración de nuestra gente, procesos, tecnologías y recursos financieros, con el fin de agregar el máximo valor a nuestros clientes, en toda la cadena de valor."

> "*Visión*: Ser el suplidor preferido de soluciones de energía de la región. Nuestras soluciones hacen posible la obtención de beneficios tangibles para todas las partes involucradas: clientes, trabajadores, accionistas, proveedores y las comunidades donde estas soluciones son implantadas. Todo ello bajo principios de desarrollo sustentable, innovación, excelencia y alto sentido ético."

4.3. Plan de futuro

Enmarcado dentro de sus planes estratégicos y de desarrollo, la Corporación mantiene un plan de futuro que se apoya en tres elementos claves, según se explica en el sitio web (http://www.otepi.com.ve).

Tener la mejor gente, como pilar fundamental en la creación de valor.

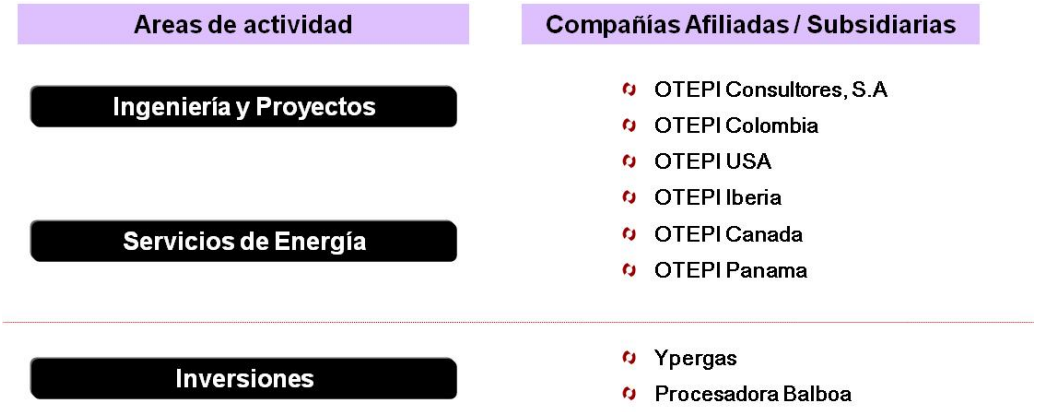
Ser una empresa internacional para mantener un crecimiento sostenido.

Tener un excelente desempeño, propiciando iniciativas que fortalezcan la excelencia de los servicios y el crecimiento continuo, a través de la aplicación de cinco principios de gestión:

- Gerencia por resultados
- Comunicación efectiva
- Organización y gestión del conocimiento
- Productividad e innovación
- Gerencia de riesgo

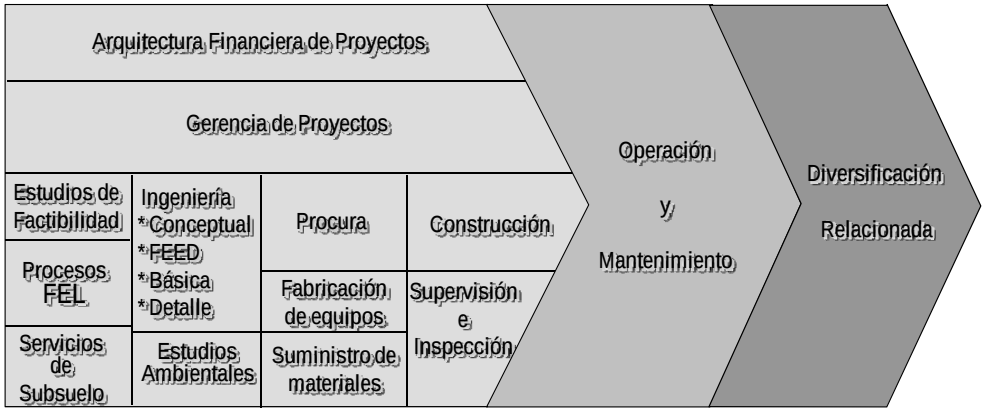
4.4. Estructura Organizativa

La Corporación OTEPI está integrada por un grupo de subsidiarias y compañías afiliadas, que forman el brazo ejecutor de las políticas de negocio y estrategias generales definidas a nivel corporativo, como se detalla en el sitio web (http://www.otepi.com.ve).



Infograma N° 11.- La Corporación OTEPI
(Fuente: OTEPI, 2010).

OTEPI Consultores S.A. es la más antigua de las empresas, con más de 40 años de trayectoria en el mercado nacional e internacional. Pertenece al área de Ingeniería y Proyectos y el alcance de sus servicios se muestra en el Infograma N° 12.

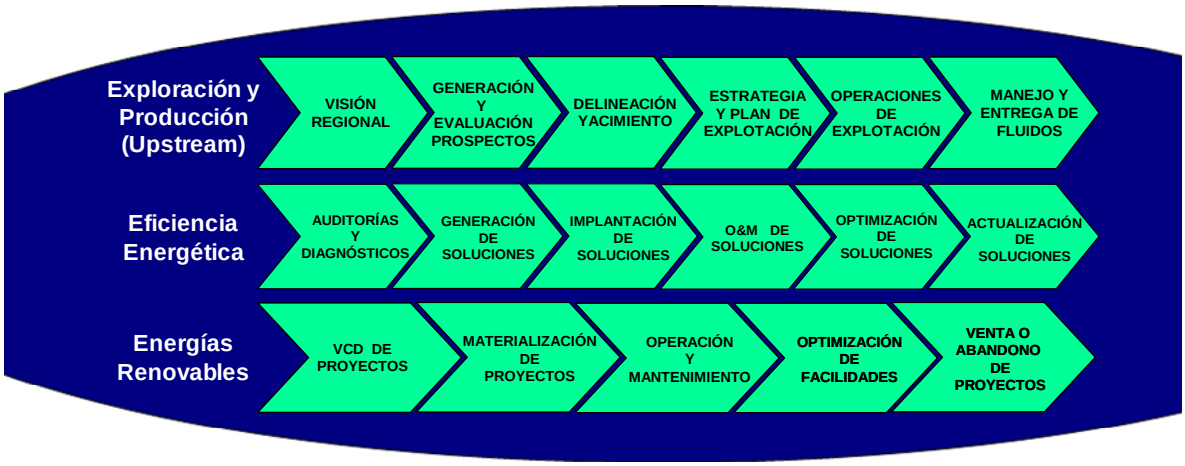


Infograma N° 12.- Esquema organizativo de OTEPI Ingeniería y Proyectos
(Fuente: OTEPI, 2010).

Por otra parte, la Unidad de Servicios de Energía comenzó a operar en el 2007 como parte de una estrategia de inserción en el mercado de las energías renovables, para posteriormente ampliar su campo de desarrollo hacia tres áreas principales: Hidrocarburos (Exploración y Producción), Eficiencia Energética y Energías Renovables (Infograma N° 13).

Infograma N° 13.- Esquema organizativo de OTEPI Servicios de Energía
(Fuente: OTEPI, 2010).

El alcance de los servicios de cada una de estas áreas de desarrollo se muestra en detalle en el Infograma N° 14.



Infograma N° 14.- Alcance de los Servicios de OTEPI Servicios de Energía
(Fuente: OTEPI, 2010).

Para la gestión de proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones, objetivo de la presente investigación, la Unidad de Servicios de Energía cuenta entonces con la experiencia adquirida, durante más de cuatro décadas, por las otras subsidiarias y compañías afiliadas de la Corporación OTEPI, siendo especialmente importante la contribución de OTEPI Consultores S.A, como empresa líder en el área de Ingeniería y Proyectos.

CAPÍTULO V
DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1. Aspectos relevantes a considerar

Como ya se ha podido vislumbrar, los factores que contribuyen al uso eficiente de la energía en las edificaciones son innumerables y dependen de muchas variables, incluyendo las condiciones de la zona y del edificio en sí mismo, el uso de las instalaciones, las tecnologías usadas, la operatividad de los equipos e incluso, el comportamiento de sus habitantes. Por supuesto, algunas de esos factores no son controlables desde el punto de vista ingenieril, pero en esta sección se tratan de describir aquellos que, según la investigación realizada, pueden ser optimizados y contribuyen en forma importante a mejorar la eficiencia energética en edificaciones nuevas y existentes, tanto residenciales como comerciales.

5.1.1. Áreas de investigación.

El desarrollo de la investigación se hace estableciendo cuatro áreas específicas: climatización de los espacios, iluminación, sistemas de calentamiento de agua sanitaria y equipos eléctricos.

a.- Climatización de los espacios

Según lo descrito en el Capítulo II, se afirma que para el sector residencial, una fracción entre el 40-50% del consumo total de energía es usada en la climatización de los espacios, mientras que en el sector comercial esta cifra disminuye alrededor del 30%.

En esta área de investigación se consideran los sistemas de calefacción, aire acondicionado, ventilación y control de humedad. La mayoría de las investigaciones exigen que el cumplimiento de los estándares de eficiencia de

cada uno de los equipos que conforman estos sistemas, deba ser garantizado por el fabricante en forma individual. Comúnmente además, se incluyen requisitos para maximizar su eficiencia, minimizar las pérdidas y optimizar los sistemas de control, reduciendo los períodos de operación innecesaria.

Adicionalmente, se contemplan requerimientos específicos para la envolvente del edificio, responsable del 50% del consumo de la energía usada en la climatización de los espacios. Como se explicó con anterioridad, la envolvente de una edificación representa el filtro que evita las influencias negativas y permite la entrada de las influencias positivas. En general está compuesta por las paredes externas, puertas, ventanas, tragaluces, techos, elementos de protección solar, aislamiento, la infiltración y fuga de aire.

b.- Iluminación

De la misma forma se indica que para el sector residencial, una fracción cercana al 12% del consumo total de energía es usada en la iluminación, mientras que en el sector comercial esta cifra aumenta al 20%, convirtiéndose en el sector de mayor consumo.

En esta área de investigación se consideran por separado la iluminación externa y la interna, especialmente en el sector comercial, donde la tercera parte del consumo eléctrico se genera en iluminación interna y un 6% en iluminación externa. La mayoría de las investigaciones coinciden en establecer requisitos para reducir el consumo sin comprometer la calidad de la iluminación, maximizando la eficiencia de las luminarias, optimizando los sistemas de control, reduciendo los períodos de operación innecesaria, y en la fase de diseño, aprovechando al máximo la iluminación natural.

c.- Sistemas de calentamiento de Agua Sanitaria

De acuerdo a lo descrito en el Capítulo II, se afirma que para el sector residencial, una fracción del 12% del consumo total de energía es usada en los sistemas de

calentamiento de agua sanitaria, mientras que en el sector comercial esta cifra disminuye alrededor del 5%.

El agua caliente es usada en los edificios con propósitos de higiene, preparación de comida y limpieza, y los sistemas para calentarla son generalmente incluidos en los estándares, siempre y cuando usen electricidad bien sea de forma directa (casero) o indirecta (usando bombas eléctricas).

La mayoría de las investigaciones exigen que el cumplimiento de los estándares de eficiencia de cada uno de los equipos que conforman este sistema, deba ser garantizado por el fabricante en forma individual. Comúnmente además, se incluyen requisitos para maximizar su eficiencia y optimizar los sistemas de control, reduciendo los períodos de operación innecesaria.

d.- Aparatos y equipos eléctricos

De acuerdo con la investigación, la eficiencia de todos los equipos eléctricos usados en las edificaciones es también un factor importante a considerar. En general, se incluyen en esta sección los refrigeradores y congeladores, equipos en piscinas, cocinas, hornos, lava-vajillas, lavadoras, secadoras y otros equipos electrodomésticos. Sin embargo, para los edificios no residenciales, se suman a este grupo los equipos de oficina, equipos especiales de uso particular, equipos en talleres mecánicos, telecomunicaciones, equipos médicos, bombas, generadores de electricidad e instalaciones eléctricas en general.

La mayoría de las investigaciones exigen que el cumplimiento de los estándares de eficiencia de cada uno de los equipos que conforman este sistema, deba ser garantizado por el fabricante en forma individual. Comúnmente además, se incluyen requisitos para maximizar su eficiencia y optimizar los sistemas de control, reduciendo los períodos de operación innecesaria.

5.1.2. Nuevas edificaciones. Diseño de una arquitectura eficiente.

Para lograr un diseño arquitectónico eficiente, las estrategias básicas conseguidas se dirigen hacia el control del calor solar, el aprovechamiento de la ventilación natural y el control de la iluminación natural, con un respeto constante hacia el medio ambiente. Para ello, deben considerarse algunas variables importantes que dependen de muchos factores, entre los cuales se describen a continuación los que se han considerado de mayor relevancia.

a.- Condiciones climáticas

En general se encontró que en la etapa del diseño de arquitectura, es indispensable conocer primero que todo, las condiciones climáticas de la zona donde se levantará la edificación. Estas condiciones según lo que se ha revisado, pueden dividirse en externas, cuando se relacionan con el clima predominante, e internas cuando se establecen ciertos niveles de bienestar y confort que deben ser cumplidos.

b.- Implantación y ubicación geográfica

La realización de un estudio detallado que soporte la selección del sitio más adecuado de implantación, puede marcar una diferencia significativa y conducir a un diseño energéticamente más eficiente. Aunque los sitios de mayor vegetación son especialmente interesantes a la hora de elegir, porque pueden reducir el uso de energía, para que el diseño sea sustentable se debe considerar un mínimo impacto en el medio ambiente.

c.- Ubicación, forma y orientación

El hecho de disminuir la radiación solar y aprovechar al máximo la ventilación natural, son algunas de las bases para un diseño energéticamente eficiente. La importancia que tienen la orientación solar y la ventilación natural es tan alta que pueden incluso eliminar la necesidad del uso de aire acondicionado en los

espacios interiores. Es por ello que la ubicación, forma y orientación de la edificación, deben ser estudiadas en todo su contexto, incluyendo la dirección de los vientos predominantes, la vegetación existente y otros elementos circundantes que produzcan sombra.

d.- Aislamiento

El aislamiento es usado para reducir la transferencia de calor de un lado al otro de la capa aislante y en los edificios que tendrán ambientes climatizados, representa un factor que puede marcar la diferencia en el consumo eléctrico. Aunque aplica para casi todos los elementos de la envolvente, en general se consideran más importantes aquellos colocados en techos, paredes y pisos, sin olvidar todas las juntas o aberturas en la envolvente que representen un riesgo potencial de infiltración o de fuga de aire.

e.- Espacios interiores

El diseño de los espacios interiores debe estar orientado al aprovechamiento de la luz natural, la disminución del efecto de la radiación solar y el logro de un máximo de ventilación natural, pero por otro lado, estos tres factores deben mantener un perfecto balance ya que, por ejemplo, la ganancia de calor por radiación solar puede llegar a ser mayor que la ventaja de usar una iluminación natural, anulando la efectividad de su uso.

f.- Envolvente

El diseño y la escogencia de los materiales a usar en la envolvente son elementos clave en el confort de los espacios interiores y en la reducción del consumo eléctrico. Los elementos más importantes que deben ser considerados son los techos, paredes y ventanas, cuyo diseño debe estar de nuevo orientado al aprovechamiento de la luz natural, la disminución del efecto de la radiación solar y el logro de un máximo de ventilación natural.

5.1.3. Edificaciones existentes. Auditorías Energéticas.

Durante la fase de inicio de proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes, se hace necesaria la ejecución de una Auditoria Energética que permita conocer en detalle, la situación energética real del edificio para ese momento, detectar las causas de ineficiencia e identificar las oportunidades de mejora.

Durante este proceso, se realizan mediciones de las variables eléctricas, térmicas, de confort ambiental y de eficiencia de los equipos instalados. El objetivo entonces es desarrollar el proyecto de eficiencia energética en la edificación, con base en los resultados de esta auditoría y proponer ciertas soluciones, a través de una evaluación técnico-económica.

Como resultado del proceso se establecen un grupo de medidas tendientes optimizar el uso de la energía y mejorar la eficiencia de los equipos.

a.- Fase de diagnóstico

Para evaluar la situación real del edificio, se miden de nuevo los parámetros en las cuatro áreas de estudio: la climatización de los espacios, la iluminación, el sistema de calentamiento de agua sanitaria y los aparatos y equipos eléctricos. De esta forma se establece la eficiencia de las instalaciones en general y se realiza una valoración cualitativa de cada una de ellas, haciendo una comparación con los estándares e índices incluidos en los códigos revisados en el Capítulo II.

b.- Fase de Mediciones

Los parámetros a medir deben incluir las magnitudes en los sistemas de climatización, niveles de temperatura y humedad, niveles de iluminación, magnitudes en los sistemas de agua caliente sanitaria y por último, magnitudes eléctricas en general. El objetivo es hacer una Contabilidad energética, donde se

obtenga el consumo anual y los consumos específicos en cada área, de forma de diagnosticar la situación real del edificio.

c.- Evaluación técnico-económica

Finalmente, se realiza un estudio técnico-económico de las posibles soluciones, incluyendo la posibilidad de nuevas fuentes de suministro. Se elaboran recomendaciones basadas en las Buenas Prácticas desarrolladas en este Capítulo, las cuales deben considerar como mínimo la incorporación de nuevas tecnologías y equipos, procedimientos para realizar seguimiento a los consumos energéticos y para mejorar los programas de mantenimiento, planes de entrenamiento energético del personal y por último, la relación de cada una de estas recomendaciones con los sistemas de gestión se seguridad, higiene, ambiente y calidad de la empresa en cuestión.

d.- Informe de Auditoría

Como resultado de la Auditoría, se elabora un informe detallado donde se incluye una descripción de cada una las fases anteriores. Este informe debe incluir una evaluación integral de todo el proceso energético del edificio y su valoración según los estándares acordados, las diversas soluciones analizadas (con cierto orden de prioridad), las magnitudes de ahorro energético a corto y largo plazo de cada una, cualquier análisis técnico y/o económico que se haya realizado y una descripción de las razones que soportan la propuestas recomendadas.

Adicionalmente, existen algunas guías que establecen en forma metódica, el proceso para desarrollar una auditoría energética, entre las cuales se puede mencionar la “Guía de Diseño Sostenible” desarrollada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos, que incluye un grupo de Mejores Prácticas recomendadas para una ejecución efectiva (US DOE, 2010).

e.- Ejemplos.

En el Anexo N° 5 se incluyen varios ejemplos de Auditorías Energéticas realizadas en algunos edificios públicos, que fueron obtenidos de “El uso racional de la energía en los edificios públicos” (EnerBuilding, 2007).

5.2. Prácticas, métodos, herramientas y normas

A continuación se presenta una breve descripción de algunas prácticas, métodos, herramientas y normas que se usan internacionalmente y aseguran una ejecución efectiva de proyectos de eficiencia energética en edificaciones.

5.2.1. Buenas prácticas

a.- Climatización de los espacios

Las buenas prácticas en el área de climatización de espacios están mayormente dirigidas a mejorar los elementos de la envolvente. De esta forma, se toma en cuenta el área de ventanas por área de pared, el tipo de vidrio usado en fachadas y tragaluces, y las nuevas tecnologías que se han desarrollado para las ventanas, como el uso del doble/triple cristal o el doble panel de vidrio con una capa intermedia de un material aislante (OTA, 1992).

También se considera el mejoramiento del aislamiento en las paredes externas, llegando incluso a usar tratamientos diferentes dependiendo de su orientación con respecto a la luz solar. Por ejemplo, en uno de los edificios mencionados en EnerBuilding (2007) se utilizó un aislamiento en forma de barrera protectora en los muros orientados al Este y Oeste, mientras que los de orientación Norte y Sur, se dejaron abiertos o dotados de grandes cristales donde a su vez se incorporaron parasoles.

Por otra parte, se estimula la incorporación de elementos externos (por ejemplo vegetación) y el uso de salientes en las fachadas que produzcan sombra y por tanto, reduzcan el calor proveniente de la radiación solar.

Para los servicios de calefacción y aire acondicionado, se propone un control automático en los edificios que disponen de sistemas centralizados de frío y calor, para permitir la climatización de solo las zonas ocupadas y una comprobación periódica de la temperatura en cada ambiente (EnerBuilding, 2007).

Por último, se recomienda incorporar equipos de alto rendimiento, la modernización eficaz de los sistemas de calefacción y aire acondicionado urbano, la instalación de un sistema efectivo que permita detectar los sitios de fuga de aire y la implementación de diversos planes de reparación de las mismas.

b.- Iluminación

La optimización de la iluminación se realiza por medio del control automático de luz que se proporciona en función de la iluminación natural, usando sensores de luz natural, detectores de movimiento o instrumentos de apagado automático, incorporando lámparas fluorescentes de bajo consumo y balastros electrónicos, lo cual puede incluso llegar a reducir el número de luminarias, y por último haciendo una zonificación de las distintas áreas de trabajo para reducir la iluminación general, aumentando los puntos de luz individuales e incorporando tragaluces (EnerBuilding, 2007).

Varios de los estándares exigen que al menos la mitad de las luminarias en las áreas de cocina, sean de alta eficacia y aquellas luminarias que no cumplen con este requisito, deben estar conectadas a circuitos separados de las que sí lo hacen. Para las áreas de baños, garaje, lavandería y otros servicios, así como también para las áreas externas, áreas comunes de edificios de vivienda multifamiliares y habitaciones de hoteles, las luminarias deben ser de alta eficacia y controladas por sensor.

Entre las nuevas tecnologías usadas actualmente para mejorar la eficacia en luminarias, se encuentran las llamadas “Watt Warrior” y LEDs. La primera de ellas es comercializada como “Energy Avenger” y utiliza una tecnología de alta eficiencia diseñada para reducir la energía consumida luminarias tipo HID (High Intensity Discharge). La segunda es la abreviatura de “Ligth Emitting Diode”, que significa Diodo Emisor de Luz y utiliza una tecnología reconocida para aplicaciones de baja intensidad lumínica, que permite elevados ahorros energéticos. Como se describe en la página web de la Corporación (OTEPI, 2010), OTEPI es distribuidor de un variado catálogo de productos que incluyen ambas tecnologías.

El nivel general de la iluminación en aquellas sitios donde se necesita mayor intensidad, se puede reducir durante las actividades no relacionadas con el área de trabajo (por ejemplo la limpieza del área) y además, se puede utilizar un consumo general más moderado, siempre y cuando se use una iluminación más intensa en las áreas de tareas específicas que así lo requieran.

Por último, se recomienda también implementar programas de limpieza frecuente de lámparas, ya que el sucio reduce la intensidad y podría generar el encendido de un mayor número de ellas.

c.- Sistemas de calentamiento de Agua Sanitaria

Por supuesto, las buenas prácticas en esta área involucran la eficiencia del equipo que se use en cada caso y es obvio que la primera sugerencia siempre es usar equipos que trabajen con gas, pero este cambio puede algunas veces ser de gran impacto económico. De esta forma, se mencionan prácticas para tratar de reducir el consumo, mejorar los equipos existentes e invertir en nuevos equipos que hayan sido certificados energéticamente. En algunos casos se recomiendan para las edificaciones comerciales, integrar el sistema de calentamiento de agua

sanitaria con los otros sistemas de frío-calor y aislar térmicamente equipos y tuberías.

También se encontraron sugerencias para el ahorro de agua caliente, instalando sanitarios y griferías con temporizadores, separándose las redes de aguas servidas y negras, para reutilizar las primeras luego de ser depuradas, en el riego de jardines y saneamiento de espacios públicos (EnerBuilding, 2007).

d.- Aparatos y equipos eléctricos

De nuevo, las buenas prácticas en esta área involucran la eficiencia del equipo que se use en cada caso y es obvio también, que otra vez la primera sugerencia es usar equipos que trabajen con gas, pero esto puede ser algunas veces de gran impacto económico.

Con respecto a los equipos de oficinas, las cuales involucran por ejemplo aumentar el uso de equipos portátiles (laptops) y disminuir el uso de computadores convencionales, cuyo consumo es equivalente al consumo de un refrigerador (OTA, 1992). También se sugiere verificar el uso del “modo de espera eficiente” en computadores, impresoras y fotocopiadoras, cuando hay períodos de inactividad significativos y por supuesto, el apagado automático.

En equipos mayores como hornos y calderas, se mencionan algunas prácticas adicionales como diseñarlos para las necesidades reales, operarlos a plena producción, aislarlos térmicamente, realizar mediciones frecuentes de control, ejecutar planes de mantenimiento e instalar controles automáticos.

e.- Recomendaciones adicionales

La Guía de Buenas Prácticas en el Uso Racional de la Energía, en el sector de las pequeñas y medianas empresas, del Ministerio del Medio Ambiente de Colombia (Posada, 2002), recomienda desde un punto de vista más práctico, la incorporación en cualquier metodología de ahorro y eficiencia energética un

conjunto de acciones específicas adicionales, algunas de las cuales son listadas a continuación.

- Cumplir las normas y exigencias ambientales y energéticas.
- Realizar actividades de registro y monitoreo de los consumos.
- Reducir al mínimo las pérdidas en los sistemas de distribución de electricidad, vapor, aire y líquidos.
- Mantenerse al día en los avances tecnológicos y en la modernización de los equipos y procesos de mayor consumo.
- Tener conciencia de la capacidad de los equipos, dimensionar correctamente las instalaciones y escoger la capacidad adecuada.
- Estar alertas sobre el cumplimiento de las normas de etiquetado de eficiencia energética.
- Procurar cada vez un nivel mayor de control de los procesos.
- Conocer los rendimientos y asegurar que se logren los más altos posibles.
- Hacer revisiones periódicas en forma rutinaria y en caso de ser necesario, solicitar el juicio de expertos.
- Asegurar que los programas de mantenimiento de equipos contemplen los aspectos relacionados con la energía, tanto en forma predictiva y preventiva.

Por otra parte, el Departamento de Energía de los Estados Unidos ha elaborado un grupo de Mejores Prácticas en cada uno de los procesos y áreas desarrolladas en este trabajo, las cuales se recopilan dentro de la “Guía de Diseño Sostenible” que puede ser descargada libremente desde su página web (US DOE, 2010).

5.2.2. Métodos y Herramientas

Gran parte de las metodologías encontradas se basan en Métodos Prescriptivos, donde los requerimientos de eficiencia energética son establecidos para cada componente del edificio y cada una de éstos a su vez, debe cumplir en forma individual con sus límites específicos (IEA, 2008).

Otras metodologías se basan en el Edificio Modelo, donde se realiza una comparación entre el edificio a calificar en condiciones normales de ocupación y uno de referencia bajo ciertas condiciones normativas, como por ejemplo igual forma, tamaño, orientación, uso y nivel de iluminación, entre otros (Real Decreto 47/2007, España, 2007).

En algunos países como Chile, se usa el Método de Cálculo de la Demanda y el Consumo, donde estos valores se determinan solo para la energía utilizada en calefacción, agua caliente sanitaria e iluminación (Universidad de Concepción, Chile, 2009).

Los Estados miembros de la Comunidad Europea además, deben aplicar a escala nacional o regional, otras metodologías de cálculo de eficiencia energética en edificios, cuyo marco general se expone en el anexo de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (CEE, 2002). Este marco general es incluido en el Anexo N° 6 de esta investigación.

Sin embargo, existen otras metodologías como los Métodos de Intercambio, Marco Energético y Comportamiento Energético (IEA, 2008), además de algunos programas y sistemas de manejo energético que tienen por objetivo relacionar el uso racional de la energía con las metas de producción de cualquier empresa (Posada, 2002). Estos programas y sistemas se gestionan fases muy similares a las establecidas por el PMI: planteamiento de objetivos y metas, planificación, ejecución, medición y seguimiento y por último, evaluación del funcionamiento, análisis y reportes.

Entre las herramientas que pueden ser utilizadas se encuentran las ofrecidas por la Comisión de Energía de California, la cual promueve en su página web el uso de dos programas de computación llamado *Public Domain CALRES 2008*, para edificios residenciales y *Public Domain Software - Perform 2008* para no residenciales, con un costo bastante bajo. Por otra parte, la misma comisión ha certificado y aprobado para su uso efectivo, la utilización de otros dos programas comerciales llamado *EnergyPro 5.1* y *MICROPAS 8.1*.

Adicionalmente, el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) recomienda el uso de un programa de computación llamado *EnergyPlus Version 3.1*, el cual realiza ciertas simulaciones que pueden ser bastante útiles durante la ejecución de un análisis energético.

Por otra parte, el Gobierno de España también ha colocado en su página web, un software de referencia cuya versión oficial se denomina *CALENER* y está disponible al público para su libre utilización Sin embargo, puede usarse el Método simplificado, se exige el desarrollo estricto de la metodología incluida en el Decreto (Real Decreto 47/2007, España, 2007).

5.2.3. Códigos, Estándares y Manuales

A continuación se describen seis documentos que han sido considerados como elementos clave y podrían, de alguna forma, apoyar en el desarrollo de los nuevos estándares y procedimientos que requiere la Unidad de Negocios de Servicios de Energía de la Corporación OTEPI. Estos documentos son algunos códigos, estándares y manuales de eficiencia energética en edificios, que fueron revisados y resumen los principios fundamentales que se aplican en diferentes regiones del mundo.

- International Energy Conservation Code (IECC®, 2009).

Este código sigue la metodología del Edificio Modelo y fue elaborado por un grupo de profesionales expertos de Estados Unidos bajo la dirección del International Code Council (ICC), con el objetivo de dictar medidas para lograr una conservación efectiva de la energía, reducir el incremento en los costos de construcción, permitir el uso de nuevos materiales, productos y métodos de construcción y por último, eliminar el trato preferencial que se le otorga a algunas industrias particulares o a la escogencia de ciertos materiales, productos o métodos específicos de construcción.

El código contiene los requerimientos mínimos de eficiencia energética para edificaciones residenciales y comerciales, así como también establece diferentes requisitos para lograr el comportamiento térmico más eficiente de la envolvente del edificio.

La última versión de este código fue aprobada a comienzos del 2009 y puede ser descargada libremente de la .página web del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE). Energy Efficiency and Renewable Energy Department. Building Energy Codes Program (BECP).

- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2007) Standard 90.1-2007.

Este código sigue la metodología del Edificio Modelo y fue elaborado por un grupo de profesionales expertos de Estados Unidos bajo la dirección de la ASHRAE, con el objetivo de proporcionar los requerimientos mínimos para lograr un diseño energéticamente eficiente en una gran variedad de edificaciones nuevas, excluyendo únicamente los edificios residenciales de tres pisos o menos.

También incluye algunos sistemas y equipos que pertenecen a la nueva edificación y otros a ser instalados en edificaciones existentes, tales como el

sistema de climatización de los espacios (Heating, Ventilating and Air Conditioned, HVAC), el sistema de calentamiento de agua sanitaria, sistema de distribución eléctrico, motores e iluminación.

La última versión de este código fue aprobada en diciembre del 2007 y puede ser descargada libremente de la página web del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE). Energy Efficiency and Renewable Energy Department. Building Energy Codes Program (BECP). El DOE preparó además una comparación entre el ASHRAE Standard 90.1-07 y el IECC 2009, en lo que respecta a las edificaciones comerciales. Este documento puede ser también descargado libremente de la página web del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE). Energy Efficiency and Renewable Energy Department. Building Energy Codes Program (BECP).

- Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (CEE, 2010).

Esta Directiva se inscribe en el marco de las iniciativas de la Comunidad Europea contra el cambio climático (obligaciones del protocolo de Kioto) y en pro de la seguridad del abastecimiento (Libro Verde sobre la seguridad de abastecimiento). El objetivo de la misma es establecer una metodología común de cálculo del rendimiento energético de los edificios, una normativa mínima relativa al rendimiento energético de los edificios nuevos y existentes, sistema de certificación de edificios nuevos y existentes, un reglamento para la exhibición de certificados y otras informaciones pertinentes en edificios públicos y por último, un programa de control y evaluación regular de calderas y sistemas centrales de climatización.

La Directiva se refiere a las edificaciones de tipo residencial, oficinas y edificios públicos, sin incluir por ejemplo los edificios históricos o industriales. En ella se contemplan todos los aspectos relacionados con la eficacia energética de los edificios con el fin de adoptar un enfoque realmente integrado. La metodología de

cálculo propuesta integra todos los elementos que determinan la eficiencia energética, tomando en cuenta elementos como las instalaciones de climatización, iluminación, localización-orientación del edificio y recuperación del calor, entre otras.

La última versión de este código es de 2002 y aunque han sido elaboradas otras Directivas relativa a la certificación energética de los edificios, no poseen los mismos objetivos de la 2002/91/CE porque ésta última fue adoptada en un contexto político diferente y constituye un instrumento que propone acciones concretas para un cálculo integrado del rendimiento energético de la edificación. La Directiva puede ser descargada libremente de la .página web de la Comunidad Europea, Síntesis de la legislación de la UE, Eficiencia energética: rendimiento energético de los edificios.

- Estándar de Eficiencia Energética para Edificios Residenciales y No Residenciales (CEC, 2008).

El estándar fue creado por la Comisión de Energía de California (CEC) y es comúnmente conocido como el “Titular 24, Parte 6” del Código de Regulaciones de California. Este estándar es revisado en el Capítulo II de esta investigación, a través de los dos manuales asociados que publicó la Comisión para servir de guía de uso, que son el Manual de Conformidad Residencial y el Manual de Conformidad No Residencial.

En el primero de ellos se establecen los requisitos de cumplimiento obligatorio para todas las edificaciones nuevas destinadas a ser viviendas unifamiliares, sin importar el número de pisos, y las que están destinadas a convertirse en viviendas multifamiliares, siempre y cuando tengan tres pisos o menos. El segundo abarca los requisitos de cumplimiento obligatorio para todas las edificaciones nuevas destinadas a ser viviendas multifamiliares, de cuatro pisos o más, y aquellas destinadas a tener uso no-residencial, tales como: hoteles, oficinas, tiendas,

restaurantes, industria, almacén, comercio, escuelas, iglesias y teatros, entre otros.

Se incluyen dos métodos básicos de aplicación, uno basado en una aproximación prescriptiva, donde cada componente del edificio debe cumplir individualmente un requisito de eficiencia mínima, y otro basado en el comportamiento energético global de la edificación, donde se utiliza un programa de computación para comparar el consumo energético permitido en una edificación usada como base (presupuesto) con el consumo del diseño propuesto modelado con el software.

La última versión de ambos manuales fue aprobada en septiembre del 2008 y puede ser descargada libremente de la .página web de la Comisión de Energía de California (CEC, 2008).

- Real Decreto 47/2007. Ministerio de la Presidencia, Gobierno de España (2007).

En este decreto se establece la obligación de un “Certificado de Eficiencia Energética” que incluya información objetiva sobre las características energéticas de un edificio. El procedimiento se aplica a todos los edificios destinados a viviendas ubicados en la geografía española, con algunas excepciones como aquellos ubicados en territorios no peninsulares, edificios y monumentos protegidos oficialmente y aquellos destinados a actividades de culto o religiosas, entre otros.

El objetivo principal consiste según lo establecido en el Decreto, en describir la metodología de cálculo de la Calificación de Eficiencia Energética, con el que se inicia el proceso de certificación, tomando en cuenta aquellos factores de mayor influencia en el consumo de energía de los edificios, tanto nuevos como aquellos que se pretenden reacondicionar. También se establecen las condiciones técnicas y administrativas para las Certificaciones de Eficiencia Energética de los proyectos

y de los edificios terminados y por supuesto, el régimen previsto de infracciones y sanciones en la legislación vigente.

El Decreto es revisado en el Capítulo II de esta investigación, fue elaborado en el año 2007 y puede ser descargado libremente de la página web del Ministerio de la Presidencia, Gobierno de España (MITYC, 2007).

- Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico (UCV, 2004).

El Manual presenta recomendaciones de diseño arquitectónico de edificaciones energéticamente eficientes en el trópico y fue elaborado por Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela (UCV).

Se incluyen los fundamentos del confort y características del clima tropical venezolano, las recomendaciones de diseño arquitectónico para cada elemento de diseño de la edificación y para sus instalaciones y equipos, evaluando cada uno de estos aspectos en función de lo que se califica como las estrategias básicas para lograr un diseño energéticamente eficiente en el trópico: mitigación del calor solar, aprovechamiento de la ventilación natural y control de la iluminación natural.

El Manual es revisado en el Capítulo II de esta investigación, fue elaborado en el 2004 y puede ser descargado libremente de la página web de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela (UCV, 2004).

5.3. Marco General de Estándares y Procedimientos propuesto

Como parte del Sistema Integrado de Seguridad, Higiene, Ambiente y Calidad (SHAC) de la Corporación OTEPI, se encuentra establecido todo un marco general de estándares y procedimientos que soportan los procesos claves del negocio. Siendo el área de la Eficiencia Energética un área nueva dentro de la Corporación, es lógico establecer un grupo de nuevos estándares y

procedimientos orientados a la incorporación del concepto, dentro de las metodologías del trabajo en proyectos.

A continuación se mencionan algunos de los más importantes y que podrían aportar valor al Sistema SHAC establecido, con el fin de incrementar la efectividad en la ejecución de este tipo de proyectos.

- Estándar de indicadores de consumo energético.
- Índices y métodos para determinar la eficiencia energética.
- Estándar sobre los límites mínimos de eficiencia energética.
- Métodos de automatización y control del consumo energético.
- Métodos para calcular demanda energética.
- Métodos para calcular el costo de la energía.
- Diseño arquitectónico de edificios energéticamente eficientes.
- Procedimiento para la ejecución de Auditorías Energéticas.
- Rehabilitación energética de la envolvente en edificios existentes.
- Rehabilitación energética de la iluminación en edificios existentes.
- Rehabilitación energética del sistema de calentamiento de agua sanitaria en edificios existentes.
- Recomendaciones energéticas para programas de mantenimiento de aparatos y equipos electrónicos.
- Métodos para calcular la magnitud de las emisiones de CO_2.

Adicionalmente, es conveniente ejecutar proyectos internos para el desarrollo de software (in-house) y Hojas de Cálculo, que permitan automatizar y garantizar la calidad de algunos de los cálculos a realizar.

5.4. Metodología propuesta

La Metodología que se propone en esta investigación para la gestión de proyectos de eficiencia energética en edificaciones, está basada en los lineamientos del Project Management Institute (PMI) adaptados a la idiosincrasia de la Corporación OTEPI.

De acuerdo a lo establecido en el Capítulo II de esta investigación, los procesos de gestión de proyectos se desarrollan en cinco fases conocidas como los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (PMBOK, 2008): Iniciación, Planificación, Ejecución, Seguimiento/Control y Cierre.

Conforme a lo que establece el PMI, el sistema de gestión de proyectos es “el conjunto de herramientas, técnicas, metodologías, recursos y procedimientos utilizados para gestionar un proyecto” (PMBOK, 2008). Según esto, la gestión de un proyecto debe incluir como mínimo, la identificación de los requisitos, el establecimiento de unos objetivos claros y posibles, la incorporación equilibrada de los requisitos de calidad-alcance-tiempo-costo y por último, la adaptación de especificaciones y planes a las expectativas de los diferentes interesados (PMBOK, 2008).

En una metodología de gestión de proyectos se deben incluir todos los pasos que se consideran necesarios para realizar un proyecto desde el inicio hasta el cierre, incluyendo la descripción de las tareas necesarias para lograr cada uno de los objetivos específicos, con base en las nueve áreas de conocimiento del PMBOK que, como se detalló en el Capítulo II, están formadas por la Gestión de la Integración, la Gestión del Alcance, la Gestión del Tiempo, la Gestión de los Costos, la Gestión de la Calidad, la Gestión de los Recursos Humanos, la Gestión de las Comunicaciones, la Gestión de los Riesgos y la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto (PMBOK, 2008).

Con el propósito de establecer ciertos límites en la presente investigación, se incluirán en esta sección aquellos aspectos particulares de los Proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones, que forman parte de cada uno de los procesos y áreas de conocimiento mencionadas, ya que el Proceso de la Gestión de Proyectos en sí mismo se encuentra establecido con un alto grado de madurez, dentro de los lineamientos de la Corporación y su Sistema Integrado de Seguridad, Higiene, Ambiente y Calidad, (OTEPI, 2010).

5.4.1. Procesos de Inicio

Como parte de este proceso se establecen claramente los objetivos del proyecto y del producto y los requisitos que satisfacen las expectativas del cliente y de otros interesados. Las actividades a realizar están orientadas a comprender, entre otras cosas, los límites del proyecto, los requisitos de aprobación, las características de los entregables y los riesgos iniciales.

Es muy importante garantizar que se posean todos los datos necesarios para realizar el proyecto, especialmente aquellos que servirán para calcular los valores de consumo de energía y eficiencia energética.

La Gestión del Alcance establece que se debe asegurar que se incluya todo el trabajo y solamente el trabajo requerido para completar el proyecto en forma satisfactoria. Para ello se incluye en este proceso la revisión del alcance definido en los Términos de Referencia y en la Oferta, por cada uno de los miembros del equipo responsable del proyecto, con el objeto de entender el problema planteado en términos de la Arquitectura propuesta, si la edificación es nueva, o de los posibles escenarios resultados de la Auditoría Energética y la solución planteada, si la edificación es existente.

Por otra parte y con el fin de satisfacer las necesidades específicas del proyecto, se incluyen dentro de este proceso la identificación de los estándares y

procedimientos de la organización que deben ser aplicados, algunos de los cuales han sido propuestos dentro del marco general descrito en la sección 6.1 de la presente investigación.

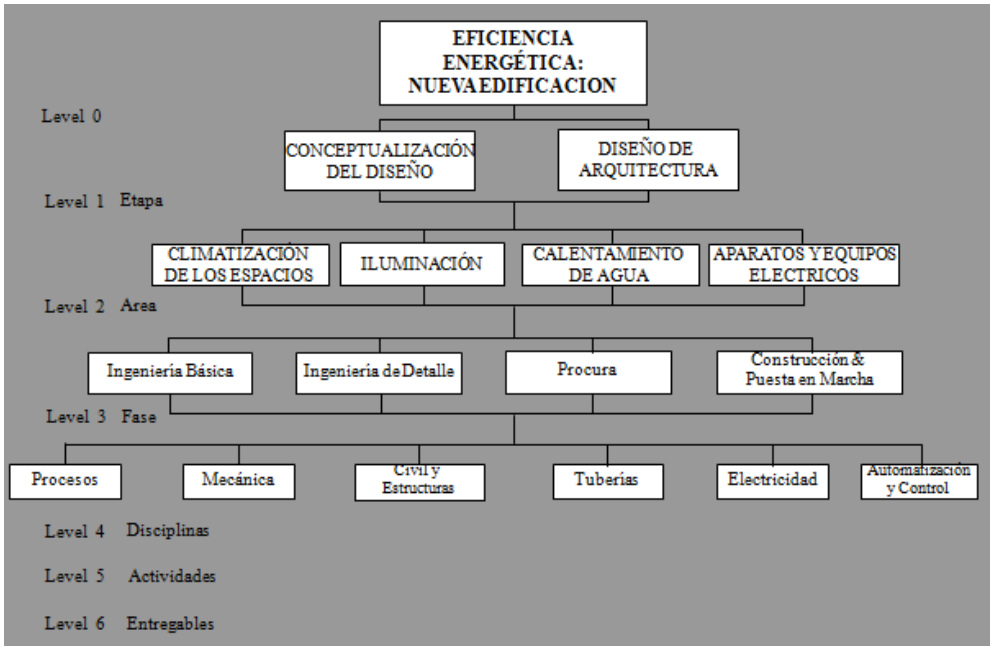
Otro aspecto importante es identificar aquellas actividades tempranas y críticas que pueden afectar al proyecto, como por ejemplo las visitas al sitio, cualquier estudio especial de campo, la identificación de equipos de largo tiempo de entrega y las normas locales (gubernamentales o industriales) que deberán ser aplicadas.

5.4.2. Procesos de Planificación

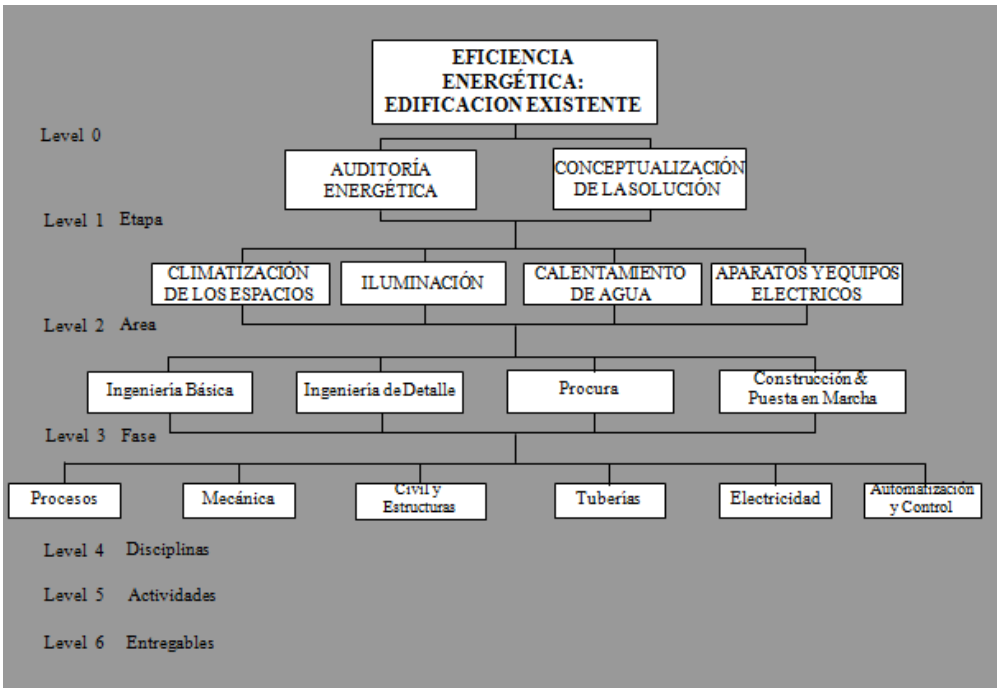
En la Gestión del Alcance es clave en este proceso definir, con un alto nivel de detalle, el enunciado del alcance y crear una adecuada Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), la cual subdivide los principales productos entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar.

En los Infogramas N° 15 y 16 se proponen dos EDT correspondientes a proyectos de eficiencia energética en edificaciones nuevas y existentes respectivamente.

Con respecto a la Gestión de la Calidad, forma parte de este proceso la identificación de las normas de calidad que son relevantes para el proyecto. Para ello es necesario revisar la normativa local (gubernamental o industrial) porque para el caso de ciertos equipos o procesos, pueden existir requisitos especiales o estándares particulares de calidad.



Infograma N° 15.- Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones nuevas



Infograma N° 16.- Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes

Durante la Gestión de los Recursos Humanos, uno de los factores importantes que debe ser considerado es el establecimiento de un lenguaje común y la nivelación del equipo del proyecto, en lo que respecta a las competencias técnicas que deben conocerse para desarrollar proyectos de eficiencia energética. Si en el proceso de planificación se espera que los miembros del equipo no tengan la experticia necesaria, puede desarrollarse un plan de formación como parte del proyecto.

Adicionalmente, en este tipo de proyectos es sumamente importante el concepto de “Equipo”, ya que el diseño debe ser en todo momento integral, involucrando al cliente directo, el cliente final y algunas veces, a la figura de un “Consultor de Energía”.

Otro aspecto importante que debe tomarse en cuenta este tipo de proyectos, es una adecuada planificación de la Gestión de Riesgos, la cual se realiza en OTEPI de acuerdo a su propia metodología e incluye la identificación, análisis y planificación de la respuesta.

Por último, en la planificación de la Gestión de Compras y Adquisiciones, la cual ha sido identificada en los Infogramas N° 15 y 16 como Procura, se define lo que se va a comprar, cómo se realizará esa compra y cuál es el momento más conveniente para hacerlo. Este proceso es especialmente importante en este tipo de proyectos, ya que algunos de los equipos o servicios requeridos pueden requerir un largo tiempo de entrega o de ejecución.

Es importante que dentro de la planificación del proyecto se establezca claramente un hito de medición, entre la finalización de las etapas iniciales y el desarrollo del proyecto propiamente dicho. Estas etapas iniciales están conformadas por la conceptualización y desarrollo arquitectónico de la propuesta para el caso de las edificaciones nuevas, y por los resultados de la Auditoría Energética y la conceptualización de la solución propuesta, para el caso de las edificaciones

existentes. En el Plan de Ejecución debe quedar establecido que el paso hacia las siguientes fases del proyecto, está condicionado a la aprobación de estas etapas iniciales.

5.4.3. Procesos de Ejecución

Dentro de la Gestión de los Recursos Humanos, interviene en los procesos de ejecución la adquisición y desarrollo del equipo del proyecto, con el fin de lograr un mejor rendimiento. Para ello se implementan programas de mejoramiento de competencias del personal responsable, tanto en el área técnica relacionada con los conceptos de eficiencia energética, como para mejorar las habilidades que permitan una ejecución más efectiva. De la misma forma se debe velar porque exista trabajo en equipo, sensibilidad, motivación y compromiso del personal con los temas relacionados con la eficiencia energética y la estrategia corporativa de incursionar en ello.

En la ejecución de la Gestión de Compras y Adquisiciones, se realiza la selección de los vendedores y para ello, es común la elaboración de sistemas de calificación, como por ejemplo las Matrices de Evaluación Técnica y Económica.

Como fue establecido previamente, se considera que la ejecución del proyecto va a depender de los resultados obtenidos al culminar la etapa inicial del proyecto, es decir la aceptación por el cliente final del diseño arquitectónico de la propuesta para el caso de las edificaciones nuevas, o de la conceptualización de la solución propuesta, para el caso de las edificaciones existentes.

Un aspecto importante que debe formar parte del proceso de ejecución es la captura y recopilación de las Lecciones Aprendidas durante el proyecto, lo cual debe ser un proceso continuo apegado a los procedimientos establecidos en la Corporación para este fin.

5.4.4. Procesos de Seguimiento y Control

Los procesos de Seguimiento y Control son efectuados en todas las áreas del conocimiento, de acuerdo a los lineamientos de la Corporación y su Sistema Integrado de Seguridad, Higiene, Ambiente y Calidad, (OTEPI, 2010), por lo que no se incluyen como parte de esta investigación.

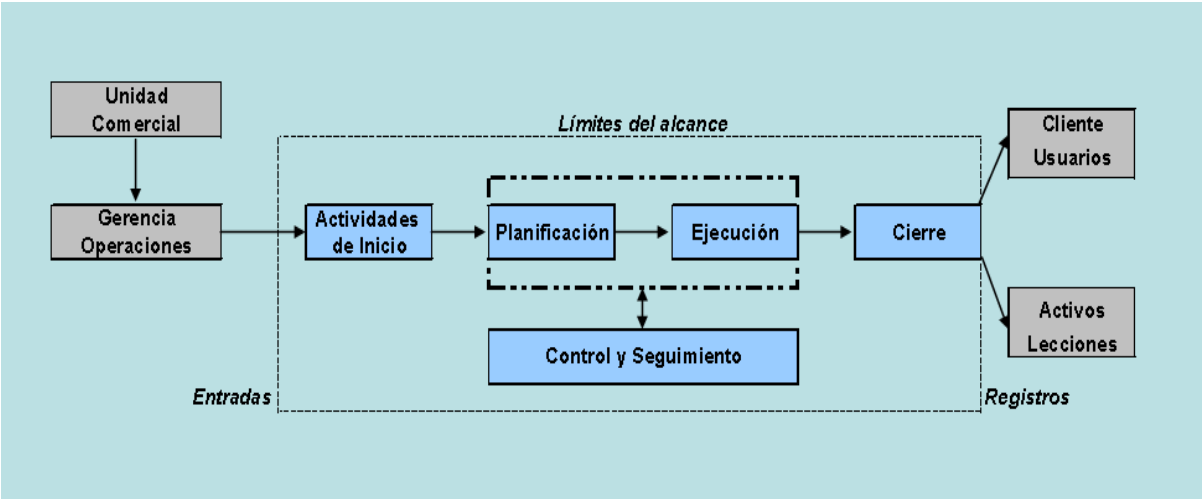
5.4.5. Procesos de Cierre

Además del cierre administrativo y de contrato, se debe incluir la aceptación formal por parte del cliente de los entregables resultado del proyecto. Adicionalmente y como parte del proceso de cierre de esta documentación técnica, es importante la transferencia de las Lecciones Aprendidas a las Unidades Funcionales de la Corporación, lo cual ayudará a sistematizar los procesos de mejora y la gestión del conocimiento en este tipo de proyectos.

En el caso específico del tema de este trabajo, se le está otorgando importancia a las verificaciones en sitio luego de haber sido implementadas las soluciones, para obtener información sobre la calidad de las mismas y enriquecer el aprendizaje.

5.4.6. Metodología propuesta

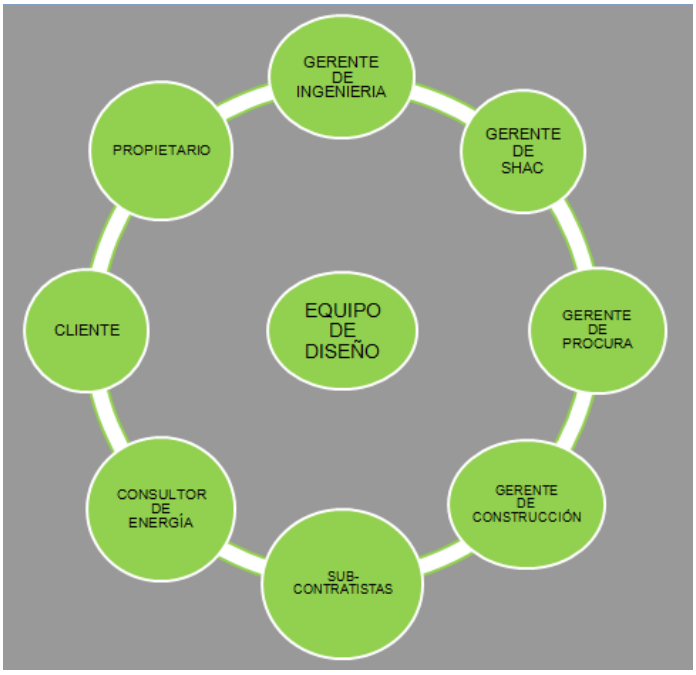
En líneas generales, la metodología sigue los grupos de procesos establecidos en el PMBOK, los cuales se muestran en el Infograma N° 17, con algunas particularidades que corresponden a los Procesos de Gestión de Proyectos de la Corporación OTEPI.



Infograma N° 17.- Metodología general para proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes

El proyecto comienza luego que ha ocurrido la transferencia entre las Unidades de Comercial y Operaciones, cuando se hace entrega de toda la información técnica y contractual. Desde ese momento hasta el cierre del mismo, éste queda bajo la responsabilidad del Gerente del Proyecto y su equipo, para finalmente regresar a las Unidades Funcionales para el registro de activos y "know-how", como parte de los procesos de Gestión del Conocimiento y Mejoramiento Continuo.

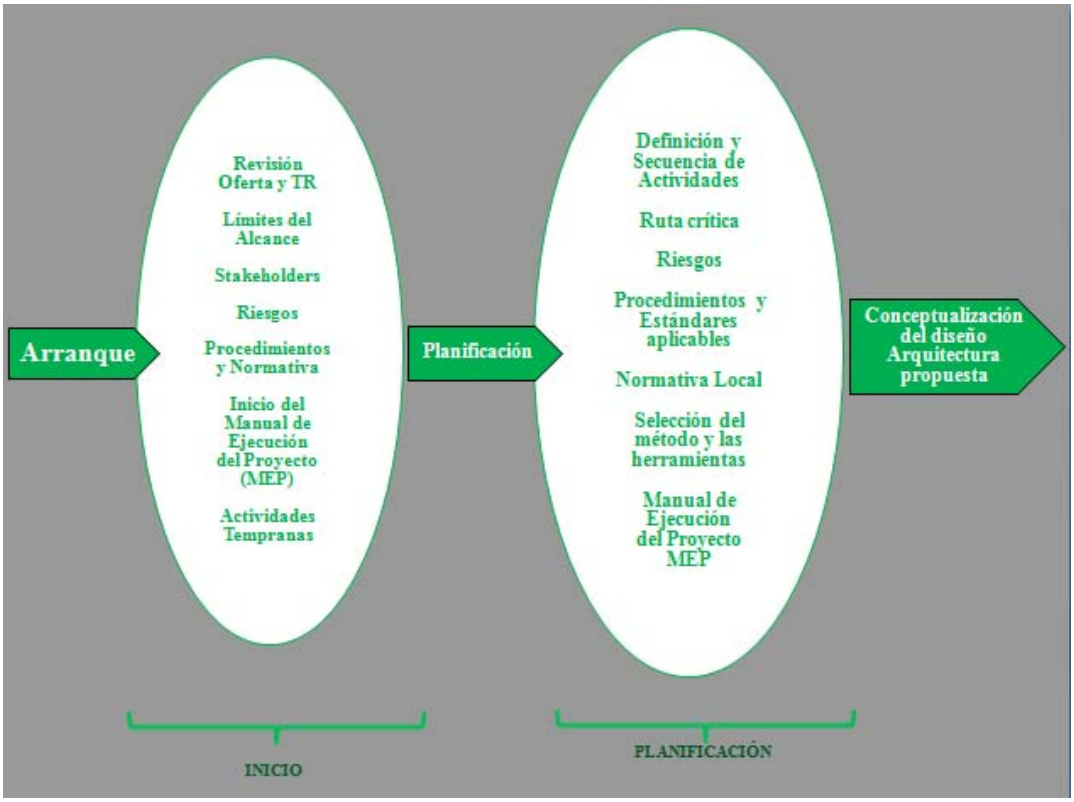
Es importante destacar que en este tipo de proyectos, el diseño debe ser en todo momento integrado, donde el concepto de "Equipo" tiene especial relevancia porque debe involucrar también al cliente directo, el cliente final y algunas veces incluso a un "Consultor de Energía" para apoyar en las actividades frente a la administración pública. Este profesional deberá poseer destrezas técnicas comprobadas en el área del ahorro energético y ser capaz de establecer juicios imparciales e independientes (Enerbuilding, 2007) (Infograma N° 18).



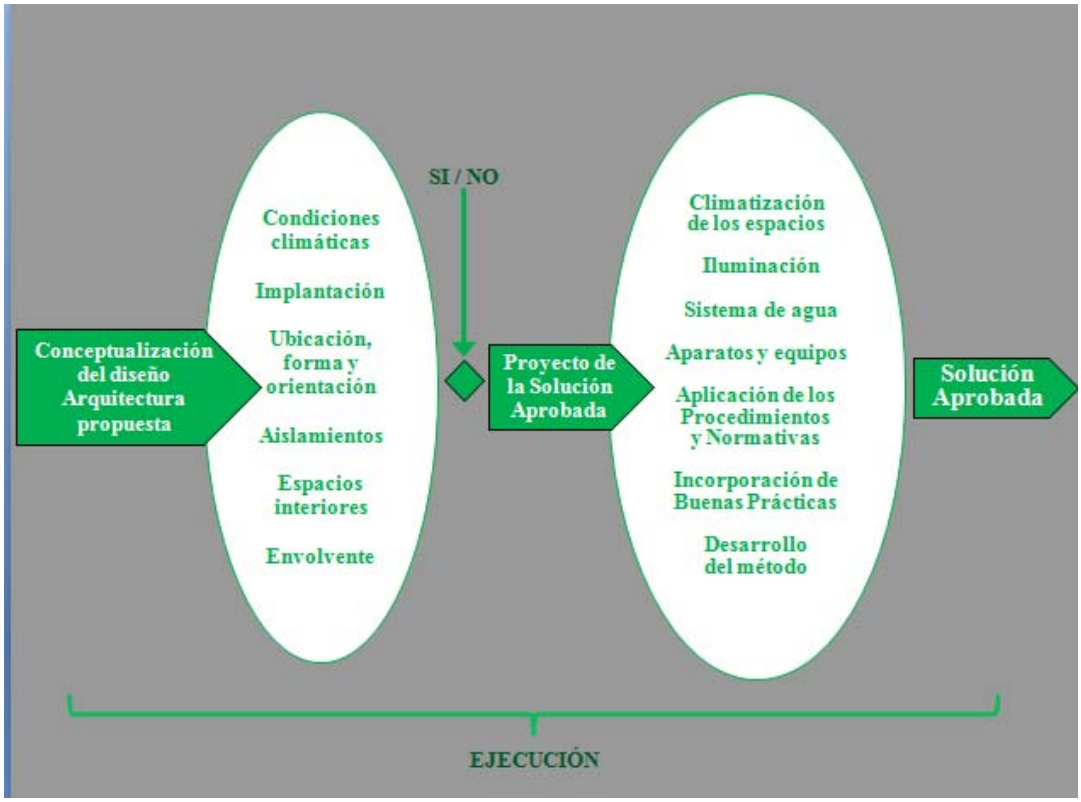
Infograma N° 18.- Equipo de Diseño propuesto

Los clientes potenciales a quienes están dirigidos los proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones son los propietarios y/o administradores de edificios de oficinas, propietarios y/o administradores de Centros Comerciales, propietarios de edificaciones residenciales, administradoras de condominios e inversionistas en general.

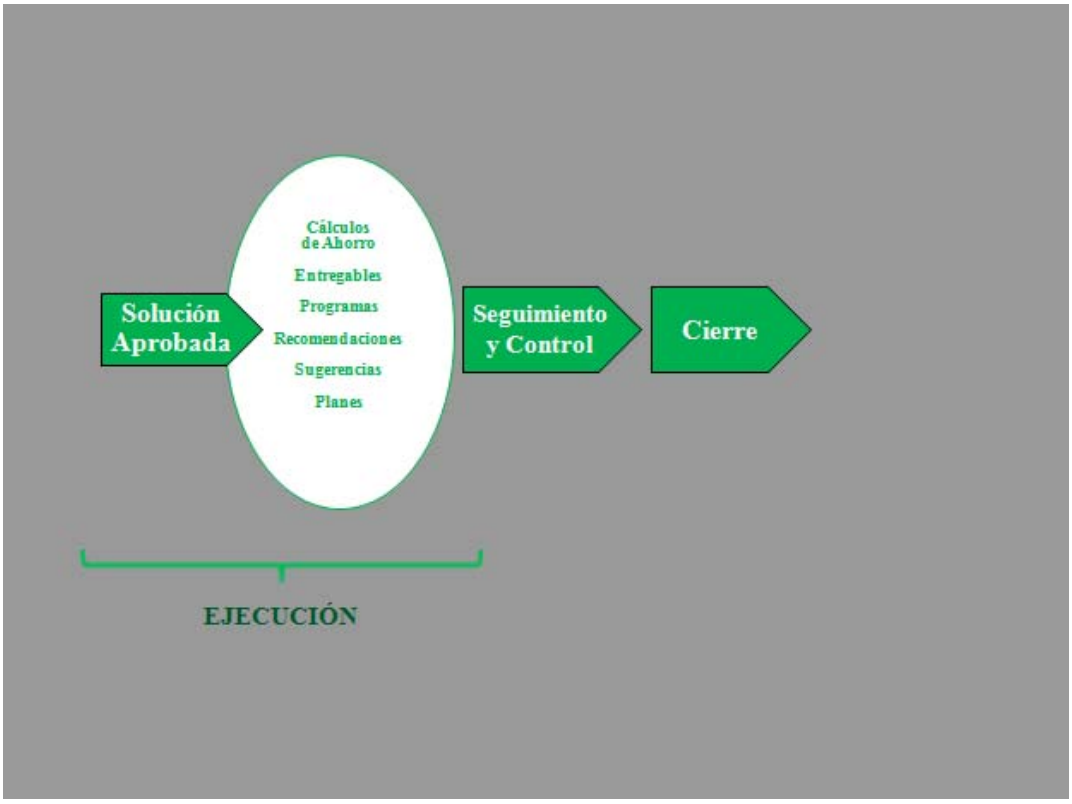
En los Infogramas N° 19 y 20 se muestra en forma gráfica la metodología propuesta para la ejecución de Proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones Nuevas y Existentes respectivamente, de una forma un poco más detallada, donde se han incorporado todos los elementos desarrollados en éste y los capítulos anteriores.



Infograma N° 19.- Metodología de trabajo propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones nuevas.



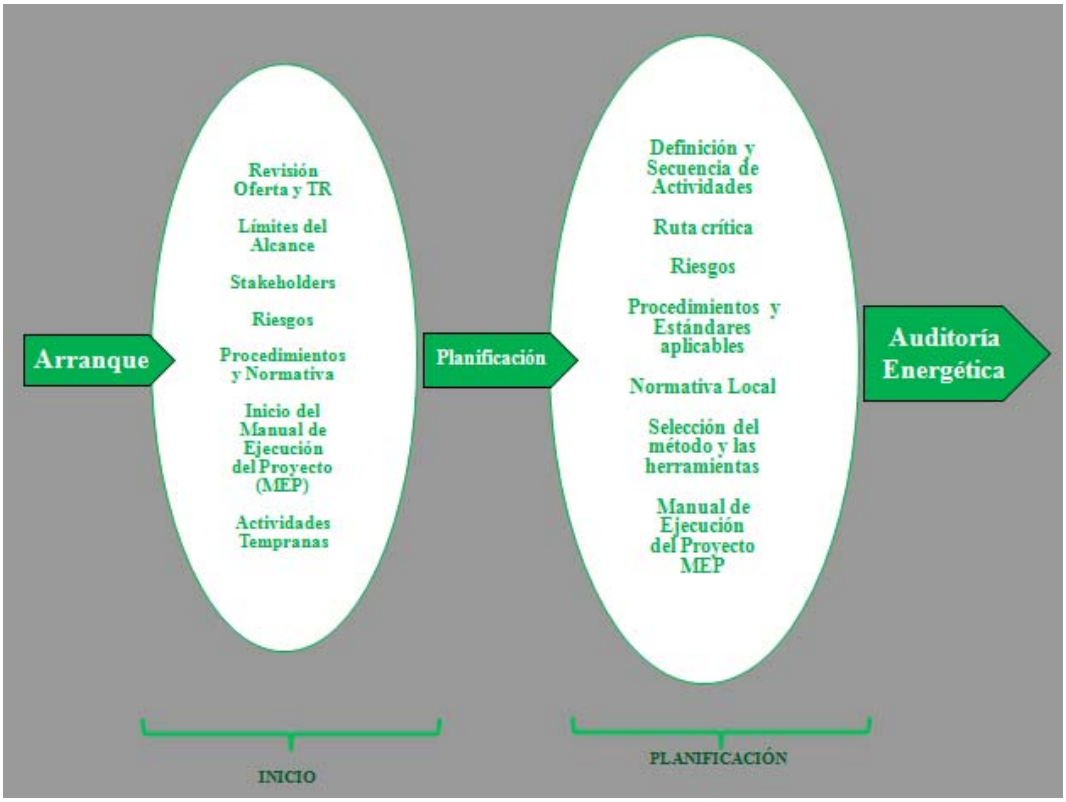
Infograma N° 19 (cont). Metodología de trabajo propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones nuevas.



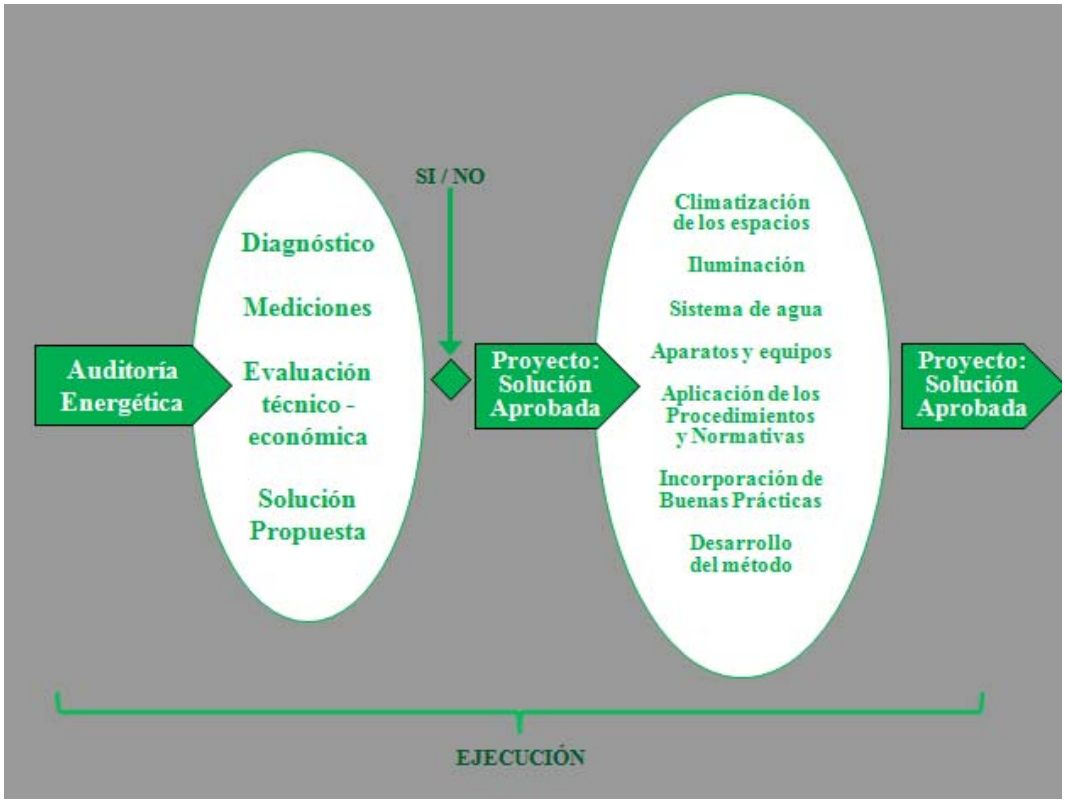
Infograma N° 19 (cont). Metodología de trabajo propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones nuevas.

En las ***edificaciones nuevas*** es fundamental la conceptualización del diseño de arquitectura, que debe ser realizada tomando en cuenta un conjunto de factores orientados a optimizar el uso de la energía, los cuales en su gran mayoría buscan el mejor aprovechamiento de la luz solar y la ventilación natural.

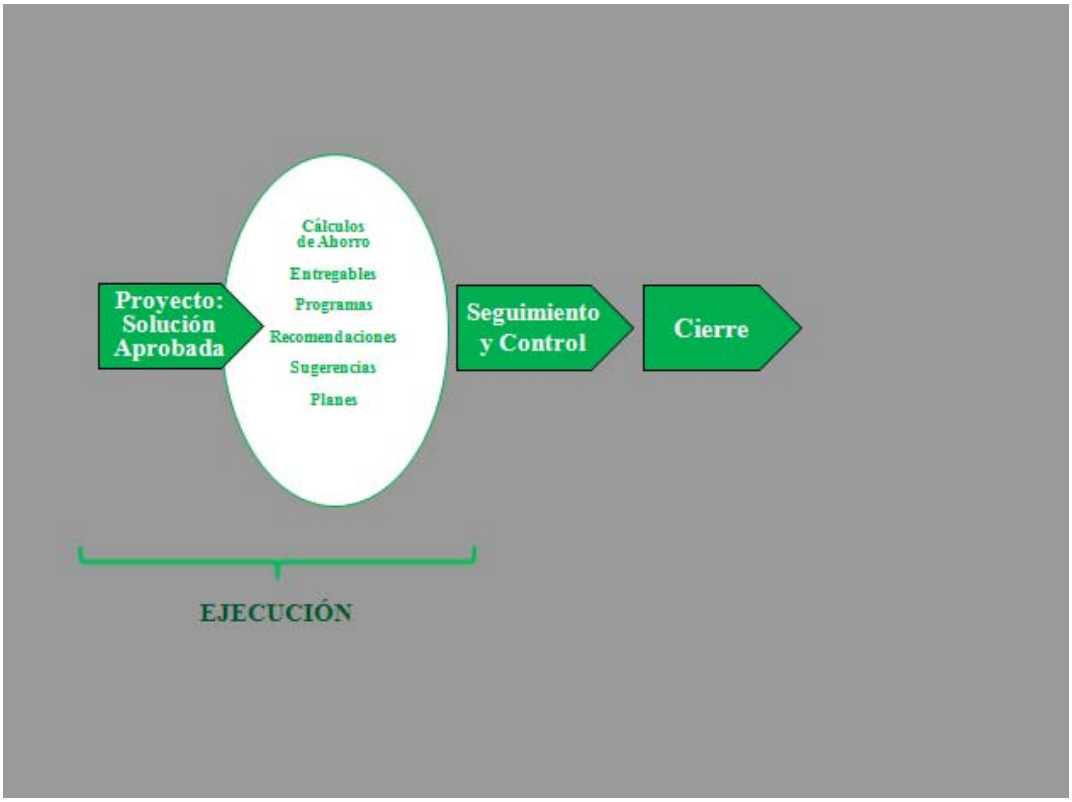
La metodología contempla que esta conceptualización debe ser aprobada por el cliente como requisito indispensable para poder continuar con el proyecto.



Infograma N° 20.- Metodología de trabajo propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes.



Infograma N° 20 (cont). Metodología de trabajo propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes.



Infograma N° 20 (cont). Metodología de trabajo propuesta para proyectos de eficiencia energética en edificaciones existentes.

En las ***edificaciones existentes*** es fundamental la realización de una Auditoría Energética, que debe ser realizada tomando en cuenta un conjunto de factores orientados a diagnosticar el uso energético real y evaluar las diversas opciones que permitan mejorar la eficiencia de los procesos.

La metodología contempla que esta Auditoría debe ser aprobada por el cliente como requisito indispensable para poder continuar con el proyecto.

CAPÍTULO VI
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

6.1. Objetivo Específico 1

Examinar el estado del arte de la ejecución de proyectos de eficiencia energética en edificaciones residenciales y comerciales.

A partir de las investigaciones realizadas por los diversos organismos e instituciones que han sido referenciadas, se ha evidenciado la necesidad de separar los requisitos para el diseño de nuevas edificaciones de aquellos que aplican al reacondicionamiento de edificaciones existentes, siendo éste último bastante más complejo que el primero. Adicionalmente, se pudieron establecer cuatro áreas de estudio específicas que normalmente se consideran en la ejecución de proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones.

Tabla N° 15.- Áreas de Investigación.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN	ELEMENTO
CLIMATIZACIÓN DE LOS ESPACIOS	CALEFACCIÓN
	AIRE ACONDICIONADO
	VENTILACIÓN
	DUCTOS
	CONTROL DE HUMEDAD
	ENVOLVENTE
ILUMINACIÓN	EXTERNA
	INTERNA
	LUMINARIAS
	INSTALACIONES
SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA	BOMBAS
	HORNOS
	TUBERÍAS
APARATOS Y EQUIPOS	REFRIGERADORES
	ELECTRODOMÉSTICOS
	EQUIPOS DE OFICINA
	BOMBAS
	GENERADORES
	HORNOS
	CALDERAS
	MOTORES

Cada una de estas áreas tiene a su vez un grupo de elementos considerados "claves" en la ejecución de proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones, tal como se muestra en la Tabla N° 15.

Un significado especial se le ha dado al término de la "***envolvente***" a todo lo largo de la revisión bibliográfica, porque sin duda representa el elemento más importante cuando se habla de eficiencia energética en edificios. Existe una concordancia evidente entre la mayoría de las instituciones, sobre los elementos que conforman la envolvente, los cuales se muestran en la Tabla N° 16.

Tabla N° 16.- Elementos de la envolvente.

ENVOLVENTE	PAREDES EXTERNAS
	PUERTAS
	VENTANAS
	TECHOS
	TRAGALUCES
	AISLAMIENTO
	INFILTRACIÓN

Para establecer esta clasificación, fueron revisados trabajos elaborados por diversos organismos e instituciones, tales como la Oficina de Aseguramiento de Tecnología (OTA), que pertenece al Congreso de los Estados Unidos, la Agencia Internacional de Energía (IEA), la Comisión de Energía de California (CEC), la Universidad Central de Venezuela (UCV) y el Ministerio de la Presidencia del Gobierno de España. Adicionalmente, contribuyeron trabajos adicionales elaborados por la Comunidad Europea, el Consejo de Códigos Internacionales (ICC), la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), el Departamento de Energía de los Estados Unidos, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y la Universidad de Concepción en Chile.

En lo que respecta a las nuevas edificaciones, se establecieron algunos parámetros importantes que deben tomarse en cuenta en el diseño, como lo son las condiciones climáticas del sitio, la implantación y ubicación geográfica, la ubicación dentro de la parcela, la forma y orientación, el aislamiento y algunas consideraciones adicionales con respecto a los espacios interiores y a la envolvente. En relación con las edificaciones existentes, se hizo especial énfasis en las “Auditorías energéticas”, que no son más que procesos de evaluación del uso de la energía en un momento dado, y la generación de propuestas que incrementen su eficiencia.

Con respecto al uso destinado a la edificación se encontró que en las edificaciones residenciales, el mayor consumo se realiza en calefacción y aire acondicionado, lo cual evidencia gran sensibilidad a las condiciones climáticas y por tanto, se le otorga mayor importancia a los elementos de la envolvente, mientras que en las comerciales, el mayor consumo está relacionado con la iluminación, por lo cual se evidencia que este sector es menos sensible a las condiciones climáticas.

6.2. Objetivo Específico 2

Identificar las mejores prácticas, métodos, herramientas y normas de calidad mundial, que son usadas para asegurar una ejecución efectiva de los proyectos de eficiencia energética en edificaciones.

Con base en la información investigada se presentaron todas aquellas buenas prácticas, métodos, herramientas y normas de calidad mundial que son de uso común internacionalmente, las cuales contribuyen a asegurar la efectividad en la ejecución de los proyectos de eficiencia energética en edificaciones.

Las mejores prácticas fueron presentadas en forma organizada, de acuerdo con las cuatro áreas de estudio consideradas: climatización de los espacios, iluminación, sistemas de calentamiento de agua sanitaria y equipos eléctricos. Los

métodos y herramientas sin embargo, fueron presentados de acuerdo a como fueron desarrollados dentro de los códigos de cada región en particular, muchos de los cuales fueron revisados en detalle en el Capítulo II. Adicionalmente, se incluyó una muy breve síntesis de aquellos códigos que, a juicio del autor, tiene mayor alcance e importancia dentro del contexto de la eficiencia energética.

Con respecto a la base legal en Latinoamérica, se encontró que un pequeño número de países latinoamericanos (Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Perú y Venezuela) ha tomado en cuenta la Eficiencia Energética en sus leyes y reglamentos, destacándose entre ellos en forma especial Brasil. En Venezuela existe una normativa de Etiquetado de Eficiencia Energética desde 1998 y se han comenzado a dar pasos importantes para incorporar el término en la normativa legal.

6.3. Objetivo Específico 3

Diseñar una propuesta de un Marco General de Estándares y Procedimientos que soportarán la ejecución de proyectos de eficiencia energética en edificaciones, por la Unidad de Negocios de Servicios de Energía de la Corporación OTEPI.

El Marco General de Estándares y Procedimientos que se considera debe soportar en la ejecución de estos proyectos, fue incluido en el Capítulo V del presente trabajo y para ello se usó toda la información proveniente del desarrollo de los dos primeros objetivos específicos. La elaboración de cada uno de los documentos que han sido propuestos, forma parte de una etapa posterior al presente Trabajo Especial de Grado y así es señalado en las recomendaciones.

6.4. Objetivo Específico 4

Desarrollar una metodología para la gestión de proyectos de eficiencia energética en edificaciones, adaptada a la Corporación OTEPI y basada en los lineamientos del Project Management Institute (PMI).

En general quedó evidenciado que no existe un procedimiento estándar a seguir para la evaluación de los consumos energéticos y sus posibles ahorros, sino que más bien existen diferentes métodos de cálculo relacionados fundamentalmente con el código que se esté aplicando.

Las barreras más comunes que posee la implementación de medidas de eficiencia energética en los edificios nuevos son, entre otras: falta de información, de recursos y de incentivos a constructores; la poca importancia que le dan tanto constructores como diseñadores al ahorro no inmediato sino futuro; la insuficiente concientización del problema debido a razones de status y por último, la poca flexibilidad para enfrentar retrasos en los tiempos de entrega o sobrecostos, generados por la contratación de personal especializado en nuevas tecnologías.

Para el caso de las edificaciones existentes, se pueden mencionar como barreras adicionales la relación entre el propietario que compra y el inquilino, quien paga la cuenta del servicio, ya que normalmente el inversionista no piensa en el largo plazo. Adicionalmente se incluye el hecho que el precio de producir energía no refleje el verdadero costo a la sociedad desde el punto de vista ambiental y en los edificios comerciales además, con más variedad de edificaciones y espacios menos homogéneos, la dificultad de implementar las mejoras frente a múltiples actores con diferentes intereses y niveles de influencia en la toma de decisiones.

La metodología desarrollada en este trabajo fue elaborada con base en las cinco fases de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos y las nueve Áreas de Conocimiento del PMBOK. Conforme a lo que establece el PMI, el sistema de gestión de proyectos es “el conjunto de herramientas, técnicas, metodologías,

recursos y procedimientos utilizados para gestionar un proyecto" (PMBOK, 2008). Cada uno de estos aspectos es cubierto en la metodología presentada.

Es importante considerar que con el propósito de establecer ciertos límites, solo se incluyeron aspectos particulares de los Proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones, que forman parte de cada uno de los procesos y áreas de conocimiento mencionadas, ya que el Proceso de la Gestión de Proyectos en sí mismo se encuentra establecido con un alto grado de madurez, dentro de los lineamientos de la Corporación y su Sistema Integrado de Seguridad, Higiene, Ambiente y Calidad (OTEPI, 2010).

Se han identificado dos riesgos potenciales que existen en el desarrollo de proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones por la Corporación OTEPI. El primero de ellos se relaciona con la magnitud de los proyectos, ya que existe la posibilidad de que los costos de ejecución de la Corporación superen los costos de otras empresas más pequeñas que existen actualmente en el mercado nacional, haciendo que disminuya la rentabilidad del negocio. El segundo se relaciona con los clientes, ya que es frecuente que estén inseguros sobre sus necesidades reales y esto puede generar retrasos al momento de escoger la solución óptima que se debe implementar.

Con respecto a la forma de mitigar estos riesgos es conveniente realizar un análisis del mercado nacional para identificar las empresas competidoras, por muy pequeñas que sean y adicionalmente, realizar un análisis de competitividad que soporte la escogencia de la mejor estrategia competitiva que debe adoptar la Corporación. Por otra parte, algunas veces es conveniente considerar un hito importante que implique una señal de "Alto" en la ejecución, en este caso, al terminar la propuesta de diseño de una edificación nueva o al presentar las posibles soluciones y la justificación de la más recomendada en el caso de las edificaciones existentes, de forma de condicionar la continuación del proyecto a la obtención de una total aprobación de parte del cliente de la solución a desarrollar.

En la Tabla N° 17 se presenta en forma consolidada un ejemplo del “Project Charter” que sería adecuado para la ejecución de este tipo de proyectos. Allí se han incorporado en forma resumida todos aquellos aspectos relevantes que deben ser tomados en cuenta en cualquier Oferta de Servicios para la ejecución de Proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones.

Tabla N° 17.- "Project Charter" propuesto.

LINEAMIENTO CORPORATIVO
Como parte de las medidas para enfrentar la realidad cambiante del negocio de la ingeniería, la Corporación OTEPI ha implementado una estrategia de inserción en el mercado de las energías alternas, ampliando la oferta de servicios por medio de la Unidad de Negocios de Energía, específicamente en el área de la Eficiencia Energética en Edificaciones, con el objetivo de aumentar la cartera de clientes y el Backlog de la organización.
RESPONSABILIDAD SOCIAL
La estrategia responde a su vez al interés en contribuir con los esfuerzos que se realizan en pro de revertir el calentamiento global, logrando un mayor respeto hacia el medio ambiente y hacia las generaciones futuras, reconociendo el potencial de ahorro involucrado en un uso eficiente de la energía y favoreciendo la obtención de mejores condiciones de justicia social.
OBJETIVOS DEL PROYECTO
Con respecto a las nuevas edificaciones, el objetivo fundamental es lograr un diseño integrado, arquitectónicamente eficiente, incorporando el control del calor solar, el aprovechamiento de la ventilación natural y el control de la iluminación natural, con un respeto constante hacia el medio ambiente. Para las edificaciones existentes, el objetivo es realizar una evaluación integral de todo el proceso energético de la edificación, la identificación de las posibles soluciones para transformarlo en un proceso lo más eficiente posible y la elaboración de un programa de implementación de la solución considerada como óptima.
CLIENTES POTENCIALES
Los clientes potenciales a quienes están dirigidos estos proyectos son los propietarios y/o administradores de edificios de oficinas, propietarios y/o administradores de Centros Comerciales, propietarios de edificaciones residenciales, administradoras de condominios e inversionistas en general.
BARRERAS MAS FRECUENTES
Las barreras más comunes que posee la implementación de medidas de eficiencia energética en los edificios nuevos son, entre otras: falta de información, de recursos y de incentivos a constructores; la poca importancia que le dan tanto constructores como diseñadores al ahorro no inmediato sino futuro; la insuficiente concientización del problema y por último, la poca flexibilidad para enfrentar retrasos en los tiempos de entrega o sobrecostos debidos a la contratación de personal especializado en nuevas tecnologías. Para el caso de las edificaciones existentes, se pueden mencionar como barreras adicionales la relación entre el propietario que compra y el inquilino, quien paga la cuenta del servicio, ya que normalmente el inversionista no piensa en el largo plazo. Adicionalmente se incluye el hecho que el precio de producir energía no refleje el verdadero costo a la sociedad desde el punto de vista ambiental y en los edificios comerciales además, con más variedad de edificaciones y espacios menos homogéneos, la dificultad de implementar las mejoras frente a múltiples actores con diferentes intereses y distintos niveles de jerarquía.

Tabla N° 18.- "Project Charter" propuesto (Cont).

EQUIPO GERENCIAL
Dentro del equipo gerencial deben mencionarse los nombres de las figuras responsables de la dirección del proyecto, gerencia del proyecto, gerencia de ingeniería, de SHAC, de procura y de construcción, así como también el patrocinador (sponsor) y cualquier socio temporal o parcial que haya sido escogido para el desarrollo del proyecto en cuestión. Es fundamental promover una interacción constante con el propietario u operador de la instalación.
EXPECTATIVAS CORPORATIVAS
Ampliación de la oferta de servicios. Captura de nuevos clientes. Incremento de los beneficios a los accionistas y empleados. Desarrollo social.
EQUIPO CLAVE DEL PROYECTO
Además del equipo gerencial, forma parte del grupo clave del proyecto el equipo de diseño formado por los especialistas que dictan las pautas durante la búsqueda de soluciones tanto en las edificaciones nuevas como en las existentes. Adicionalmente, se contempla la participación de un Consultor de Energía, que servirá de enlace de comunicación entre las autoridades competentes, la compañía suministradora del servicio y el resto de los involucrados.
OTROS INVOLUCRADOS
En algunos casos se debe considerar la participación de otros equipos de trabajo, tales como la gerencia de construcción, subcontratistas, las gerencias de infraestructura, mantenimiento y operación de las instalaciones e incluso, representantes de las comunidades.
EXPECTATIVAS DEL CLIENTE
Reducir la facturación sin afectar la calidad del servicio. Desarrollo Social.
RIESGOS INICIALES
Riesgo N° 1: Debido a la magnitud de estos proyectos, existe la posibilidad de que los costos de ejecución de la Corporación OTEPI superen los costos de otras empresas más pequeñas que existen actualmente en el mercado nacional, haciendo que disminuya la rentabilidad del negocio. **Mitigación Riesgo N° 1**: Realizar un análisis del mercado nacional para identificar las empresas competidoras. Realizar un análisis de competitividad que soporte la escogencia de la mejor estrategia competitiva que debe adoptar la Corporación. **Riesgo N° 2**: En algunos casos, los clientes no están seguros de sus necesidades reales y pueden generar retrasos por su indecisión al momento de escoger la solución óptima que se debe implementar. **Mitigación Riesgo N° 2**: Se debe considerar un hito importante al terminar la propuesta de diseño de una edificación nueva o al presentar las posibles soluciones y la justificación de la más recomendada en el caso de las edificaciones existentes, de forma de no continuar con la ejecución hasta tanto no tener la total aprobación del cliente de la solución que se va a desarrollar.

Tabla N° 19.- "Project Charter" propuesto (Cont).

DESCRIPCIÓN DE LOS ENTREGABLES
Los entregables en el caso de las nuevas edificaciones son los planos y documentos que conforman el proyecto de arquitectura e ingeniería, incluyendo una memoria descriptiva y recomendaciones pertinentes sobre nuevas tecnologías y planes de mantenimiento. En el caso de las edificaciones existentes los entregables se limitan a la entrega de dos reportes. El primero de ellos es el Informe de Auditoría que incluye las fases de diagnóstico, mediciones, planteamiento de soluciones y evaluaciones técnico-económicas, así como también las recomendaciones finales sobre la mejor solución. Una vez el cliente ha aprobado la solución que más le conviene, se entrega un segundo reporte que recopila en forma detallada todos los aspectos relacionados con la optimización del proceso, incluyendo recomendaciones sobre el mantenimiento, incorporación de nuevas fuentes de energía, sustitución de equipos y/o tecnologías o cualquier otro aspecto que se considere relevante.
RECURSOS ADICIONALES
Debe considerarse también el adiestramiento del personal técnico en sus áreas técnicas particulares, en lo relacionado con los procesos de eficiencia energética.
FACTORES DE ÉXITO
Satisfacción del cliente. Cumplimiento de los niveles de productividad estándares en la Corporación OTEPI. Cumplimiento del Schedule programado. Entrega de un producto de calidad con alto valor agregado.
LECCIONES APRENDIDAS EN PROYECTOS SIMILARES
Con el fin de capitalizar las experiencias y como parte del proceso de cierre de cada proyecto, es fundamental la recopilación de las lecciones aprendidas y su clasificación de acuerdo al tipo y uso de la edificación y al área técnica correspondiente.

CAPÍTULO VII
EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

7.1. Objetivo Específico 1

Examinar el estado del arte de la ejecución de proyectos de eficiencia energética en edificaciones residenciales y comerciales.

Este objetivo fue cumplido completamente, porque se estudiaron todas las áreas consideradas por las diferentes organizaciones cuyos trabajos fueron analizados, estableciendo además cuatro áreas particulares para el desarrollo de esta investigación y describiendo también aquellos aspectos particulares relacionados con el tipo de edificación (nueva o existente) y con el uso para el cual fueron destinadas (residencial o comercial).

7.2. Objetivo Específico 2

Identificar las mejores prácticas, métodos, herramientas y normas de calidad mundial, que son usadas para asegurar una ejecución efectiva de los proyectos de eficiencia energética en edificaciones.

Este objetivo fue cumplido completamente, porque se presentó un resumen de las mejores prácticas, métodos, herramientas y normas que fueron encontradas y escogidas como las más interesantes dentro de todo el material analizado, así como también un resumen de la normativa legal presente en Latinoamérica.

7.3. Objetivo Específico 3

Diseñar una propuesta de un Marco General de Estándares y Procedimientos que soportarán la ejecución de proyectos de eficiencia energética en edificaciones, por la Unidad de Negocios de Servicios de Energía de la Corporación OTEPI.

Este objetivo fue cumplido completamente y se presentó una lista de aquellos Estándares y Procedimientos que soportan la metodología elaborada, con base en la información revisada y analizada durante la investigación documental.

7.4. Objetivo Específico 4

Desarrollar una metodología para la gestión de proyectos de eficiencia energética en edificaciones, adaptada a la Corporación OTEPI y basada en los lineamientos del Project Management Institute (PMI).

Este objetivo fue cumplido completamente ya que se presentó la metodología con base a los lineamientos establecidos y adicionalmente, se desarrolló un “Project Charter” que representa un ejemplo de Oferta de Servicio para este tipo de proyectos.

CAPÍTULO VIII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

La finalidad de este capítulo es presentar las conclusiones y recomendaciones derivadas del desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de eficiencia energética en edificaciones, tanto residenciales como comerciales, bien sean nuevas o existentes.

En primer lugar se estableció que es mucho más sencillo diseñar una edificación nueva para que sea eficiente energéticamente, que reacondicionar una ya existente construida bajo otros parámetros. Además se realizó una subdivisión con base en cuatro aspectos relevantes que, de común acuerdo entre los autores de las investigaciones revisadas, son considerados actualmente en muchas partes del mundo cuando se desarrollan proyectos de eficiencia energética en edificaciones. Estas cuatro áreas son la climatización de los espacios, la iluminación, los sistemas de calentamiento de agua sanitaria y los aparatos y equipos.

Dentro del área de climatización de los espacios, se incluyó un término nuevo denominado “envolvente”, el cual es referido en todos los trabajos revisados y está compuesto por los elementos que separan el interior del exterior del edificio, entre los cuales se encuentran las paredes externas, puertas, ventanas, techos, tragaluces, el aislamiento y los mecanismos de infiltración o fuga de aire.

Por otra parte, se describieron también dos elementos importantes adicionales como lo son la fase de diseño arquitectónico, cuando se trata de edificaciones nuevas, y la auditoría energética, cuando se trata de edificaciones existentes.

Las mejores prácticas que se describen fueron recolectadas de la información publicada por diferentes organismos con experiencia en el tema, y sirven de orientación a los innovadores en su proceso de búsqueda de soluciones. Los métodos y herramientas incluidos forman parte de la práctica tradicional que ha sido ampliamente usada por las organizaciones en referencia. Los códigos que se mencionan provienen de diferentes países y definen diversas estrategias para estimar la eficiencia energética y los ahorros que con ella se pueden conseguir. Con respecto a la base legal en Latinoamérica, se evidenció un requerimiento de mayores esfuerzos para incorporar la Eficiencia Energética tanto en leyes y reglamentos, como en programas y proyectos específicos.

El grupo de estándares y procedimientos propuesto fue seleccionado luego de evaluar los puntos de mayor impacto en el desarrollo de la metodología y cuya estandarización aporta beneficios desde un punto de vista de efectividad y calidad.

Por último, se presentó la Metodología de Gestión de Proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones, adaptada a la idiosincrasia de la Corporación OTEPI y basada en los lineamientos del Project Management Institute (PMI). Esta metodología responde a la necesidad que tiene la Corporación OTEPI de iniciar las operaciones de la Unidad de Negocios OTEPI Energía, específicamente en lo relativo a la Eficiencia Energética en Edificaciones. También se incluyó un “Project Charter” de ejemplo, que incluye los aspectos más importantes a ser tomados en cuenta en la elaboración de una Oferta de Servicios para la ejecución de proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones.

La oportunidad del desarrollo de este tipo de proyectos está marcada por el momento histórico de un cambio de paradigma, donde se ha generado mayor conciencia ambiental y socioeconómica a nivel mundial. De aquí la importancia que tiene el estudio sistemático y detallado del tema desarrollado, que sumado a un adecuado plan estratégico, puede significar una gran diferencia en la cartera de clientes y el Backlog de la Corporación.

8.2. Recomendaciones

Continuar con la revisión de la información de algunas otras organizaciones y agencias que no fueron incluidas en el presente estudio, tales como la Agencia del Medio Ambiente y de la Gestión de la Energía (ADEME) de Francia, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) de México, el Programa de Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP), entre otros.

Implementar programas de mejoramiento de competencias del personal responsable, en lo relacionado con la eficiencia energética, y de esta forma establecer un lenguaje común y un nivel de conocimiento más uniforme.

Ejecutar proyectos internos que desarrollen tanto el marco general de Estándares y Procedimientos que ha sido sugerido, como las metodologías de cálculo en forma más detallada desde un punto de vista técnico.

Incorporar en la planificación un hito importante como señal de “Alto”, al terminar la propuesta de diseño de una edificación nueva o al presentar las posibles soluciones y la justificación de la más recomendada en el caso de las edificaciones existentes, de forma de condicionar la continuación del proyecto a la obtención de una total aprobación de parte del cliente de la solución a desarrollar.

Evaluar el alcance de la metodología usando por ejemplo el “Project Definition Rating Index” (PDRI), el cual no es más que un método sencillo para medir su grado de definición.

Realizar un análisis de competitividad del mercado nacional como mínimo, para identificar las empresas competidoras y establecer el mejor Plan Estratégico, que le permita a la Unidad de Negocios de Servicios de Energía ejecutar con éxito proyectos de Eficiencia Energética en Edificaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balestrini, M. (2006). Como se elabora el proyecto de investigación (Séptima edición). Caracas, Consultores Asociados OBL.

Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica (CAVEINEL, 2010). Estadísticas Consolidadas 2007. Documento en línea. Disponible en la página web http://www.caveinel.org.ve/estadisticas/EstadisticasConsolidadas2007.pdf.

Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV, 1996). Código de Ética Profesional. Documento en línea. Disponible en la página web http://www.cianz.org.ve /archivos/eyesyReglamentos/leyesbasicasyrelacionadasconelejercicio/codigo%20de%20etica%20profesional.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2010). Eficiencia energética y desarrollo sustentable: Una propuesta metodológica para la evaluación de políticas públicas en eficiencia energética. Presentado en el III Seminario internacional de eficiencia energética efectuado en Panamá en julio de 2010.

Comisión de Energía de California (CEC, 2008). California's Energy Efficiency Standards for Residential and Nonresidential Buildings, Title 24, Part 6 of the California Code of Regulations. Documento en línea. Disponible en la página web http://www.energy.ca.gov/title24.

Comunidad Económica Europea (CEE, 2002). Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios. Documento en línea. Disponible en http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/l27042_es.htm.

Decreto N° 7.228, Declaración del Estado de Emergencia sobre la prestación del Servicio Eléctrico Nacional y sus Instalaciones y Bienes Asociados. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 374.600, del 08 de Febrero de 2010.

Department of Energy, US (DOE). Energy Efficiency and Renewable Energy Department. Building Energy Codes Program (BECP). “International Energy Conservation Code (IECC®, 2009)” and “American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2007) Standard 90.1-2007”. Documentos en línea. Disponibles en http://www.energy codes. gov/publications/code_books.stm.

Department of Energy, US (DOE). Energy Efficiency and Renewable Energy Department (2009). Building Technologies Program. “Sustainable Design Guide”. Documentos en línea. Disponibles en http://www1.eere.energy.gov/buildings/ commercial_initiative/guides.html.

Department of Energy, US (DOE). Energy Efficiency & Renewable Energy Department (2009). Building Energy Data Book 2009. Documento en línea. Disponible en http://www1.eere.energy.gov/buildings.

Edelca-Corpoelec (2010). Situación actual del sistema eléctrico nacional. Documento disponible en http://www.edelca.com.ve/descargas/requerimiento _energetico_4.pdf.

EnerBuilding. Eficiencia y Energía renovables en la edificación (2007). El uso racional de la energía en los edificios públicos. Diciembre 2007.

Hernández, N. (2009). Ensayo sobre Eficiencia Energética. Revista Petróleo YV, 41, 20-22.

Hernández R., Fernández C., Baptista P. (2006), Metodología de la Investigación. Cuarta edición, 2006.

International Energy Agency (2006). The energy-efficient upgrade of multi-story residences in the European Union. Documento en línea. Disponible en http://www.iea.org/subjectqueries/buildings.asp.

International Energy Agency (2007). Energy efficiency in the North American existing buildings stock. Documento en línea. Disponible en http://www.iea.org/subjectqueries/buildings.asp.

International Energy Agency (2008). Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings. Documento en línea. Disponible en http://www.iea.org/subjectqueries/buildings.asp.

International Energy Agency (2009). CO2 Emissions from Fuel Combustions, Highlights 2009. Documento en línea. Disponible en http://www.iea.org/ subjectqueries/keyresult.asp?keyword_id=4106.

Ministerio de la Presidencia y Ministerio de Industria y Comercio, Gobierno de España (MITYC, 2007). Real Decreto 47/2007. Documento en línea. Disponible en http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica /Normativa/Paginas/rd47_2007.aspx.

Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica. Energía Eléctrica de Venezuela C.A. (ENELVEN, 2010). Centro de optimización energética. Documento disponible en http://www.enelven.gob.ve /index.php? option=com _content&view= article&id=57&Itemid=58.

Office of Technology Assessment, US. Building Energy Efficiency, OTA-E-518, 1992. Documento Disponible en http://www.fas.org/ota/reports/ 9204.pdf.

Organización Latinoamericana de Energía OLADE (2010). Resumen de las leyes de eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Documento en línea. Disponible en http://www.olade.org.ec/legislacionEf.html.

OTEPI (2010), disponible en la página web http://www.otepi.com.ve.

Pecchio, Oscar (2004). Propuesta Metodológica para el manejo de riesgos en proyectos de OTEPI Consultores. Tesis de Especialista en Gerencia de Proyectos, no publicada. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

Polo, José R. (2002). Gestión de Proyectos por Procesos. Tesis de Especialista en Gerencia de Proyectos, no publicada. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

Posada Enrique, Ministerio del Medio Ambiente, República de Colombia, 2002. Guía de buenas prácticas en el uso racional de la energía, en el sector de las pequeñas y medianas empresas. Publicado por el Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales. Medellín, Colombia, diciembre de 2002.

Project Management Institute, (2003). Ethical Standard. Member Code of Ethics. Documento en línea. Disponible en http://www.pmiorg/info.

Project Management Institute, (2008). A guide to the Project management body of knowledge (PMBOK guide) (Fourth edition). American National Standard ANSI/ PMI 2008.

Universidad Católica Andrés Bello, UCAB (2010). Instructivo Integrado para Trabajos Especiales de Grado (TEG). Especialización en Gerencia de Proyectos. Caracas, UCAB.

Universidad Central de Venezuela, UCV (2004), Facultad de Arquitectura (FAU), Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) (2004). Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. Caracas, Venezuela, 2004. Documento en línea. Disponible en http://www.fau.ucv.ve/idec/ racionalidad/Paginas/Manualintro.html.

Universidad de Concepción, Instituto de Investigaciones Tecnológicas y Asistencia Técnica (IIT) (2009). Sistema de Certificación Energética de Viviendas. Proyecto elaborado para el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile, enero de 2009.

Universidad de Los Andes, Venezuela, Revista Aldea Mundo, Año 9 (2006). La cooperación internacional en el sector energético: Antecedentes y perspectivas en Venezuela. Documento en línea. Disponible en http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/18180.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006). Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas, FEDUPEL.

Valsecchi L., Placencia F. (2000). Desarrollo de un programa de ahorro de energía eléctrica para una empresa del ramo hotelero. Trabajo especial de grado para la Escuela de Ingeniería Industrial, no publicado. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela.

Villegas A., Aller J., De Oliveira P., Martínez M., Díaz H., Salazar L., Molina J., González M. (2010). La USB ante la crisis del sector eléctrico venezolano. Documento en línea. Disponible en http://elpapeldela bolivar.dsm.usb.ve/documentos/USB_crisis_electrica_final.pdf.

World Business Council for Sustainable Development WBCSD (2009). Manifesto for energy efficiency in buildings. Documento en línea. Disponible en http://www.wbcsd.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuId=MTcyMQ&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu.

ANEXOS

ANEXO N° 1.

Carta de autorización de la empresa.

otepi

RIF.: J-00059751-0

Caracas, 09 de diciembre de 2010

Señores,
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
Postgrado Gerencia de Proyectos
Ciudad.

Ref.: Autorización

Estimados señores:

Nos dirigimos a ustedes para informarles que hemos autorizado a la Ingeniero Zuleyma Rodríguez González, cédula de identidad Nº V-5.966.450, quien labora en esta organización desde el año 1997, a hacer uso de la información proveniente de esta institución para documentar y soportar con fines estrictamente académicos, los elementos de los distintos análisis que conllevarán a la realización del Trabajo Especial de Grado titulado "***METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES. CASO: OTEPI-ENERGÍA***", como requisito para optar al título de "***Especialista en Gerencia de Proyectos***", exigido por la Dirección General de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello.

Sin más a que hacer referencia, se despide de ustedes.

Atentamente,
Por **OTEPI Consultores, S.A.**

otepi

Francis Cova
Gerente General OTEPI Consultores

OTEPI CONSULTORES, S. A.
Zona Rental Univ. Metropolitana, Edif. Otepi, Urb. Terrazas del Avila. Miranda. Zona Postal 1070. Venezuela. Telf.: (58.212) 204.20.00 Fax: (58.212) 242.43.47

ANEXO N° 2.

Indicadores Financieros para las inversiones de eficiencia energética (OTA, 1992).

A continuación se presentan varios métodos para evaluar la efectividad del costo de la eficiencia energética, usando un ejemplo sencillo correspondiente a la incorporación de un aislamiento en el techo de una edificación.

Suposiciones: el costo del aislamiento es de $1,000 incluyendo material y mano de obra; se ahorrarán cerca de 35 millones de Btus (MBtus) de gas natural por año; el costo del gas natural es de $5.61 x MBtu; la casa y el aislamiento tienen una vida útil de 20 años; el precio del combustible no cambiará en ese período y la rata de descuento es de un 5%.

Payback es el método más simple ya que representa el número de años requeridos para que el ahorro sea igual al costo de la inversión.

Costo Inicial $1,000

Ahorro por año = 35 MBtus x 5.61 $/MBtu = 196 $

Condición: Ahorro = Costo

196 $ x N° años = 1000 $

N° años = 1000 / 196 = 5,1 años

Costo inicial $1.000 = Ahorro por año x 5,1 años

Por lo tanto, se necesitarían 5,1 años para que el ahorro iguale el costo inicial y todos los ahorros que ocurran luego de ese período, serán beneficios adicionales.

El Payback representa un método muy simple de comparación, pero ignora el valor de la moneda en el tiempo, el valor de los ahorros después del período de payback y el tiempo de vida útil.

Life-cycle cost es un término general para incorporar todos los costos asociados a lo largo de su vida útil. Una forma de medir el life-cycle cost es con el Valor Presente Neto (VPN), el cual traslada todos los costos y ahorros futuros a su equivalente en dólares hoy día. Para el ejemplo mencionado anteriormente, los ahorros ocurrirán durante los próximos 20 años. Si se ignora el valor de la moneda en el tiempo, el ahorro total sería:

20 años x 35 MBtus/año x 5.61 $/MBtu = $3,900

El ahorro neto entonces (ahorro menos costo) es:

$3,900 (ahorro total) -$1,000 (costo inicial) = $2,900

Un cálculo más realista reconocería que un dólar recibido dentro de un año vale menos que un dólar recibido hoy, principalmente porque un dólar de hoy puede colocarse en una cuenta a ganar intereses y aumentaría a $1.05 en un año, si la cuenta pagara por ejemplo un 5% de interés. Los ahorros pueden descontarse para reflejar el valor en el tiempo de la moneda.

La opción de usar el descuento afectará fuertemente el atractivo financiero de la inversión, por lo que se convierte en un área de mucha controversia. Para el ejemplo, se ilustra el cálculo usando un porcentaje de descuento del 5%.

Descontando del ahorro total de $3,900 un 5% cada año por 20 años, el Valor Presente Neto (VPN) equivale a $2,450 y por tanto, el ahorro neto se convierte en:

$2,450 (ahorro total con el descuento) – $1,000 (costo inicial) = $1,450

Por lo tanto, esta inversión equivale a recibir $1,450 hoy.

Otra forma un poco diferente pero bastante útil de medir la efectividad del costo es usando el índice llamado Costo de Energía Conservada (CCE), el cual mide cuanto se paga por cada unidad de energía ahorrada y cuya principal ventaja es que es independiente del precio del petróleo. El CCE puede compararse al costo de la energía suministrada que ha dejado de ser usada. Se define como el costo inicial multiplicado por el Factor de Recuperación de Capital (capital recovery factor, CRF, el cual convierte una inversión en una serie de pagos anuales), dividido entre la magnitud del ahorro de energía anual, en unidades de energía. Para el ejemplo sería:

$$CCE = \frac{\text{Costo Inicial x CRF}}{\text{Ahorro Anual}} = \frac{\$1{,}000 \times 0.08024}{35\ \text{MBtus/año}} = \$2.30/\text{MBtu}$$

Por lo tanto, se puede decir el aislamiento, suministra una energía menor que el costo del gas natural ($5.61 /MBtu).

ANEXO N° 3.

Conversión de electricidad en unidades de energía (OTA, 1992).

En los análisis de energía frecuentemente se necesita que los diferentes tipos de energía (gas natural, petróleo, electricidad, etc) sean combinados en una unidad de medida común, típicamente Btus. La conversión de Electricidad en Btus es problemática ya que no existe un método de conversión único y correcto. Si alguien convierte 1 kWh de Electricidad directamente en calor, la cantidad de energía liberada es de 3,412 Btus. Este factor de conversión de 3,412 Btus per kWh es conocido como el factor de conversión en “sitio” e ignora la energía usada para producir 1 kWh de electricidad. Por ejemplo, en una planta de energía que funcione con base en la quema de carbón, se requieren cerca de 10,240 Btus de energía en forma de carbón para producir 1 kWh de electricidad.

Una alternativa para el factor de conversión en “sitio” es el factor de conversión “primario” de 10,240 Btus per kWh, el cual incluye la energía usada para producir electricidad. Este factor capta mucho mejor los ahorros de energía reales resultantes del incremento de eficiencia eléctrica, sin embargo también tiene sus inconvenientes. El factor de conversión “primario” no toma en cuenta las pérdidas de energía que ocurren durante el transporte del combustible, aunque éstas ocurren para cada tipo de combustible incluyendo aquéllos entregados en Planta, lo cual sugiere que ignorarlas podría no resultar en un prejuicio hacia un tipo de combustible en especial. El factor de conversión “primario” también exagera la energía necesaria para producir electricidad usando hidrogeneración, sin embargo en los Estados Unidos menos del 10% de la proviene de plantas hidroeléctricas.

En este reporte (OTA, 1992), se usa el factor de conversión “primario” para la electricidad en la mayoría de los cálculos. Esto permite realizar una comparación más adecuada de los verdaderos ahorros de energía resultantes del incremento en la eficiencia del uso de la electricidad. Por otra parte, el precio de la electricidad

es comparable al precio de otros combustibles cuando se usa el factor de conversión “primario” (Tabla 2-C-l), haciendo conversiones primarias útiles para comparar también los ahorros económicos.

Tabla 2-C-I- Comparación del precio del combustible usando dos índices de conversión de electricidad

Combustible	Precio	Unidades	Conversión en sitio	Conversión primaria
			precio ($/MBtu)	precio ($/MBtu)
Gas Natural	5.61	$US por Mbtu	5.61	5.61
Petróleo	1.06	$US por galón	7.08	7.08
Electricidad	7.8	Centavos per kWh	22.86	7.62

Nota: Los precios son para 1990. Los índices de conversión supuestos son para petróleo a 149700 Btus por galón, electricidad en sitio a 3412 Btus por kWh, electricidad primaria a 10240 Btus por kWh.

Fuente: DOE, US, Información sobre la Administración de la Energía, *Annual Energy Review 1990*, DOE/EIA-0384(90) (Washington, DC: Mayo, 1991), pp 159, 179, 225, 294.

ANEXO N° 4.

Indicadores asociados a la eficiencia energética (CEPAL, 2010).

Indicadores de Desempeño.

Lista de los 20 Indicadores Clave según el proyecto ODYSSEE, coordinado por ***ADEME*** y ***Enerdata*** de Francia.

- Macro Indicadores (2):

Intensidad de energía primaria y final, con correcciones climáticas (en ppp).

- Industria (7):

Intensidad de energía (en ppp) real, constante y ajustada a una estructura; unidades de consumo de acero, cemento y papel; intensidad de energía de químicos.

- Transporte (5):

Unidad de consumo de vía de transporte (por carro equivalente); consumo específico de carros (promedio en stock y carros nuevos); unidad de consumo de vía de transporte, bienes y transporte aéreo.

- Viviendas (2):

Consumo por unidad de vivienda y por espacio acondicionado (con corrección climática); consumo por unidad de vivienda por iluminación o electrodomésticos.

- Sector servicio (3):

Intensidad de energía del sector servicio; unidad de consumo del sector servicio por empleado, tanto total como consumo eléctrico.

Propuesta metodológica CEPAL

Indicadores de desarrollo de las actividades de fomento a EE

Indicador		Alternativas
Aspectos generales		
IA1	Alcance sectorial del Programa (Industria, Transporte, Residencial, Comercio y Servicios Públicos, Alumbrado Público, Agricultura)	mencionar
IA2	Vectores energéticos considerados en el Programa (Electricidad, Combustibles fósiles y Biomasa)	mencionar
Aspectos regulatorios		
IA3	Normativa legal (leyes o decretos) directamente relacionados a la promoción de la eficiencia energética	existentes o no existentes
IA4	Normativa específica dedicada a la promoción de la cogeneración de energía	existente o no existente
IA5	Normas de desempeño y etiquetas referidas a equipos consumidores de energía	existente o no existente
Aspectos institucionales		
IA6	Sector en Ministerio o Secretarias de Energía o similar dedicado prioritariamente a la promoción de las actividades y proyectos de eficiencia energética	existente o no existente
IA7	Agencia o entidad descentralizada que se ocupe de la eficiencia energética a nivel nacional o regional	existente o no existentes

2.2. Indicadores de calidad de los programas de fomento de la EE

Indicador		Alternativas
Indicadores de diagnóstico general y planificación		
IC1	Uso de estudios/balances de energía útil para definir las prioridades y objetivos de las actividades de fomento a la eficiencia energética	si o no
IC2	Inclusión de los actores sociales y del mercado energético en la planificación de los programas de eficiencia energética	si o no
IC3	Promoción de actividades diversificadas, cubriendo las distintas posibilidades de cambio tecnológico y conductual, e introducción de ajustes del marco legal, mecanismos financieros y programas de incentivos	si o no
IC4	Definición clara de metas y plazos de las actividades	si o no
Aspectos de infraestructura y recursos humanos		
IC5	Oficinas del Programa: grado de comodidad y actualización de los equipamientos y estructuras	suficiente no suficiente
IC6	Recursos presupuestarios para eficiencia energética	% del presupuesto de la institución energética
IC7	Recursos humanos disponibles en el Programa (cantidad)	No. empleados/(GWh o Tep total)
IC8	Recursos humanos disponibles en el Programa (capacitación)	% con formación o experiencia para actuar en EE
Indicadores de seguimiento		
IC9	Para las diversas actividades, están definidos responsables, cronogramas e indicadores físicos de avance.	si o no
IC10	Existen indicadores comparativos de la eficacia de las actividades (como $/kWh ahorrado, relación (beneficio/costo) ex-ante)	si o no
IC11	Existen procedimientos de evaluación de resultados e impactos	si o no
Aspectos relacionados a la cooperación internacional		
IC12	Proporción de cooperación internacional respecto a aportes propios del país	% del presupuesto para EE
Aspectos relacionados al desarrollo del mercado de eficiencia energética		
IC13	Empresas de servicios energéticos (ESCO's) en el mercado	Nº. de empresas y (Nº. de empleados)
IC14	Penetración del proceso de normalización y etiquetado de equipos energéticamente eficientes	No. de productos etiquetados
IC15	Penetración de los equipos energéticamente eficientes en el mercado	% productos vendidos

ANEXO N° 5.

Ejemplos de Auditoría Energética (EnerBuilding, 2007).

Edificio de oficinas

Este edificio de oficinas está situado en la zona centro del país, en Madrid, y pertenece al Gobierno Regional.

Las principales mejoras se refieren a los sistemas de regulación, que se aconsejan instalar para mejorar la eficiencia energética en el edificio, con las que se evitará la emisión de 50,5 t. de CO_2 anuales. En el siguiente cuadro se resumen dichas mejoras:

Mejoras	Inversión	Ahorro		P.A. años
		Kwh/año	€/año	
ILUMINACIÓN Regulación de la iluminación de tubos fluorescentes y focos halógenos	26.160,00	55.763,00	6.545,50	4
CLIMATIZACIÓN Regulación del sistema de climatización	75.422,00	70.230,00	7.866,00	9,5
AHORRO TOTAL		125.993,00	14.410,50	

Residencia de mayores

Es un edificio ubicado en la zona centro de España, próximo a Madrid, inaugurado en 1994, en el que viven 250 personas mayores. La principal mejora consiste en sustituir las dos calderas de gasóleo que operan en la actualidad, por dos calderas de gas natural a condensación, que tienen elevados rendimientos.

El estudio económico es el siguiente:

Situación actual: Calefacción con calderas - Gasóleo

Combustible	Consumo (litros)	Precio (€/kWh)	Gasto (€/año)
Gasóleo	95.063	0,65	61.791

Mejora propuesta: Calefacción con gas natural

Combustible	Inversión (€)	Gasto (€/año)	Ahorro (€/año)
Gas Natural	130.195	43.253	18.537

Periodo de retorno (años): 3,01

ANEXO N° 6.

Marco General para el Cálculo de la Eficiencia Energética de los Edificios (Comunidad Europea EC, 2002).

La metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios deberá integrar al menos los aspectos siguientes:

- Características térmicas del edificio (cerramientos externos e internos, etc).
- Instalaciones de calefacción y de agua caliente sanitaria, y sus características del aislamiento.
- Instalación de aire acondicionado.
- Ventilación.
- Instalación de iluminación artificial (especialmente en la parte no residencial).
- Disposición y orientación de los edificios, incluidas las condiciones climáticas exteriores.
- Sistemas solares pasivos y protección solar.
- Condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas.

En el cálculo se tendrá en cuenta la incidencia positiva de los siguientes aspectos, cuando resulten pertinentes:

- Sistemas solares activos u otros sistemas de calefacción o producción de electricidad basados en fuentes de energía renovables.
- Electricidad producida por cogeneración.
- Sistemas de calefacción y refrigeración central o urbana.
- Iluminación natural.

A efectos de este cálculo, los edificios deberían clasificarse adecuadamente en categorías como las siguientes:

- Viviendas unifamiliares de distintos tipos.
- Edificios de viviendas.
- Oficinas.
- Edificios de centros de enseñanza.
- Hospitales.
- Hoteles y restaurantes.
- Instalaciones deportivas.
- Edificios comerciales destinados a la venta al por mayor o al por menor.
- Otros tipos de edificios que consuman energía.