

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

SECCIÓN DE POST GRADO



**"INFLUENCIA DE LOS FACTORES SOCIALES, ECONÓMICOS,
TECNOLÓGICOS Y HÁBITOS DE CONSUMO EN LA DEMANDA
NACIONAL DE ENERGÍA EN EL MEDIANO Y LARGO PLAZO"**

TESIS

**PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS, CON
MENCIÓN EN ENERGÉTICA**

PRESENTADO POR:

JORGE LUIS ROJAS ROJAS

LIMA – PERÚ

2012

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y salud, a mi madre Florencia por haberme inculcado la ética de trabajo y superación, y a mi esposa Rosalina por haberme apoyado en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A los directivos y profesionales del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) y la Oficina de Planeamiento y Política Sectorial del Ministerio de Energía y Minas (MEM) por la información del sector energético y por su orientación en temas de planeamiento y balance energético nacional que sirvieron de base para el desarrollo de la presente tesis.

A los Doctores Gilberto Becerra y Salomé Gonzales; a los Ingenieros Fredy Saravia y Oswaldo Rojas por sus valiosas apreciaciones, por su gran dedicación, su comprensión y apoyo durante el desarrollo de la tesis.

Al Ph. D. Johnny Nahui Ortiz por el asesoramiento durante el desarrollo de la tesis y la elaboración del informe de la tesis.

A los docentes de la sección de Posgrado y segunda especialización de la Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Mecánica por su dedicación durante mi formación académica.

ÍNDICE

DEDICATORIA

LISTA DE NOMENCLATURAS

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA TESIS

1.1 Planteamiento del problema	20
1.2 Delimitación del problema	22
1.3 Formulación del problema	23
1.3.1 Problema general	23
1.3.2 Problemas específicos	23
1.4 Justificación	23
1.5 Objetivos	24
1.5.1 Objetivo general	24
1.5.2 Objetivos específicos	25
1.6 Hipótesis	25
1.6.1 Hipótesis general	25
1.6.2 Hipótesis específicas	25
1.6.3 Identificación de variables	26
1.6.4 Operacionalización de variables	27
1.7 Metodología	27
1.7.1 Tipo de metodología	27
1.7.2 Enfoque metodológico	28
1.7.3 Diseño metodológico	28
1.7.4 Procedimiento metodológico	28

1.8	Alcances de la tesis	29
-----	-----------------------------	----

CAPÍTULO II

ANÁLISIS ENERGÉTICO SITUACIONAL DEL PERÚ

2.1	Ubicación geográfica y clima	31
2.1.1	Costa	31
2.1.2	Sierra	32
2.1.3	Selva	33
2.2	Demografía	33
2.2.1	Población	33
2.2.2	Fuerza laboral y empleo	36
2.3	Situación macroeconómica	37
2.3.1	La inflación y tipo de cambio	37
2.3.2	Riesgo país y el tratado de libre comercio	38
2.3.3	Producto bruto interno	39
2.4	Sistema energético nacional	40
2.4.1	Recursos energéticos domésticos	40
2.4.2	Retrospectiva del balance energético nacional	41
2.5	Antecedentes	42
2.5.1	En el ámbito nacional	42
2.5.2	En el ámbito internacional	44
2.6	Bases teóricas	46
2.6.1	La energía y la evolución del hombre	46
2.6.2	Planeamiento energético integrado	47
2.6.3	La energía y el desarrollo sostenible	48
2.6.4	La demanda de energía	49

2.6.5 Crecimiento demográfico	51
2.6.6 Crecimiento económico	55
2.6.7 Desarrollo tecnológico	58
2.6.8 Patrones de consumo	58
2.6.9 Energía	59
2.6.10 Recurso energético	61
2.6.11 Requerimientos energéticos	63
2.6.12 Los usos energéticos – Energía final y útil	64
2.6.13 Eficiencia energética	66
2.6.14 Sistema energético	67
2.6.15 Relación entre requerimientos, consumo y demanda	69
2.6.16 Indicadores energéticos	70
2.6.17 Indicadores	78

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN DEL MODELO MAED_D

3.1 Descripción de la metodología del modelo MAED_D	80
3.2 Metodología del modelo MAED_D	81
3.3 Procedimiento de cálculo	84

CAPÍTULO IV

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

4.1 Recopilación de la información	88
4.2 Clasificación y selección del modelo energético	89
4.2.1 Modelos de usos finales (bottom up)	89
4.2.2 Modelos agregados a la economía (top down)	90

4.2.3	Modelos de equilibrio general	91
4.2.4	Selección del modelo de demanda de energía	92
4.3	Procesamiento del balance nacional de energía	93
4.3.1	Selección del año base y horizonte de análisis	93
4.3.2	Balance energético por sectores	94
4.4	Cálculo del consumo de energía	97
4.5	La oferta de energía en el Perú	98
4.6	Proyección de los factores directores	100
4.6.1	Proyección de los factores demográficos	100
4.6.2	Proyección de los factores económicos	104
4.6.3	Proyección del parque automotor	110
4.7	Cálculo y extracción de los indicadores energéticos	111
4.7.1	Indicadores del sector industrial y manufactura	111
4.7.2	Indicadores del sector transporte	115
4.7.3	Indicadores del sector residencial	117
4.7.4	Indicadores del sector servicios	118
4.8	La oferta de energía en el Perú	120
4.9	Cálculo del consumo de energía final	124

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS POR ESCENARIOS

5.1	Descripción de los escenarios de desarrollo (2009 – 2025)	126
5.1.1	Escenario de demanda media	126
5.1.2	Escenario de demanda alta	127
5.1.3	Escenario de demanda baja	127
5.2	Escenarios proyectados en la industria nacional	128

5.2.1	Escenario de referencia	128
5.2.2	Escenario de demanda alta	132
5.2.3	Escenario de demanda baja	134
5.3	Escenarios proyectados en el transporte nacional	136
5.3.1	Escenario de referencia	136
5.3.2	Escenario de demanda alta	138
5.3.3	Escenario de demanda baja	140
5.4	Escenarios proyectados en el sector residencial	142
5.5	Escenarios proyectados en el sector servicios	145
5.5.1	Escenario de referencia	145
5.5.2	Escenario de demanda alta	146
5.5.3	Escenario de demanda baja	147
5.6	Proyecciones de demanda nacional de energía	148
5.6.1	Proyección del escenario de referencia	148
5.6.2	Proyección del escenario de demanda alta	150
5.6.3	Proyección del escenario de demanda baja	152

CAPÍTULO VI

CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

6.1	Hipótesis específica N° 1: Variación de la demanda de energía a nivel Nacional (1998 – 2009)	157
6.2	Hipótesis específica N° 2: Crecimiento de los factores sociales, económicos y hábitos de consumo; y el consumo de energía	159
6.3	Hipótesis específica N° 3: Factores económicos y tecnológicos	162
6.4	Hipótesis general	164
6.5	Discusión de resultados	165

CONCLUSIONES	166
RECOMENDACIONES	169
BIBLIOGRAFÍA	172
ANEXOS	177

NOMENCLATURAS

• Tamaño de la población proyectada en el año “n”	P_n
• Tamaño de la población actual	P₀
• Número de años entre el año actual y el año a proyectar	n
• Tasa de crecimiento anual	t
• Número de viviendas urbanas	V_U
• Porcentaje de la población que vive en zonas urbanas	P_U
• Tamaño promedio de habitantes urbanos por vivienda	T_U
• Número de viviendas rurales	V_R
• Porcentaje de la población que vive en zonas rurales.	P_R
• Tamaño promedio de habitantes rurales por vivienda	T_R
• Población en grandes ciudades	P_G
• Porcentaje de la población que vive en grandes ciudades	P_F
• Fuerza laboral activa total	F_{LA}
• Porcentaje de la población que representa la fuerza laboral potencial	P_e
• Porcentaje de la población que representa la fuerza laboral potencial que esta trabajando realmente (PEA)	P_a
• Valor del PBI nacional en el año “n”	Y_n
• Valor del PBI nacional en el año actual	Y₀
• Valor del PBI por sector	Y_s
• Participación del sector en el PBI nacional	Y’_s
• Valor del PBI por subsector	Y_s
• Participación del subsector en el PBI nacional	Y’_s

• Energía útil	E_u
• Energía final	E_f
• Rendimiento o eficiencia energética	R
• Intensidad energética del uso energético por cada subsector	IE_s
• Consumo de energía del uso energético por cada subsector	CE_s
• Intensidad energética promedio del uso energético por cada sector	IE_P
• Intensidad energética del combustible para el transporte de carga o transporte de pasajeros	IE_T
• Consumo de energía final del combustible usado para el transporte	CE_f
• Nivel de actividad del transporte de carga o transporte de pasajeros	N
• Poder calorífico del combustible	h_f
• Demanda de energía final por usos energéticos de cada sector	E_s
• Factor de conversión para usar las mismas unidades	F
• Demanda nacional de energía final	E
• Oferta interna bruta de energía primaria ó secundaria	O
• Producción de energía primaria	P_d
• Importación de energía primaria ó secundaria	I_m
• Variación de inventarios	V_i
• Energía no aprovechada	E_n
• Ajuste estadístico energético	A
• Consumo final	C
• Total transformación	T_t
• Consumo propio del sector	C_s
• Perdidas de transformación, distribución y almacenamiento	P_t
• Reserva de energía del sistema interconectado nacional (SEIN)	R_s
• Potencia efectiva del sistema interconectado nacional (SEIN)	P_e

- Máxima demanda del sistema interconectado nacional (SEIN) **M_d**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Esquema de relación causal multivariada	26
Figura 2.1 Mapa geopolítico del Perú	32
Figura 2.2 Evolución de la tasa de crecimiento del Perú (1955 – 2050)	35
Figura 2.3 Evolución de la inflación vs tipo de cambio (1998 – 2011)	38
Figura 2.4 Indicadores del riesgo país (2009 – 2011)	39
Figura 2.5 PBI y demanda interna (variación porcentual real)	40
Figura 2.6 Consumo final de energía a nivel nacional (TJ)	41
Figura 2.7 Variables explicativas de la demanda de energía	51
Figura 2.8 Formas y transformaciones de la energía	60
Figura 2.9 Usos energéticos (energía final y útil)	65
Figura 2.10 Interrelaciones del sistema energético nacional	69
Figura 2.11 Requerimientos, consumo y demanda de energía	70
Figura 3.1 Entradas y salidas principales del MAED	81
Figura 3.2 Esquema metodológico del MAED	83
Figura 3.3 Estructura de la demanda de energía de los sectores por usos	85
Figura 3.4 Estructura de la demanda de energía del sector servicios	85
Figura 3.5 Estructura de la demanda de energía del sector R. urbano	86
Figura 3.6 Estructura de la demanda de energía del sector R. rural	87
Figura 3.7 Estructura de la demanda de energía del sector industria	87
Figura 4.1 Consumo nacional de energía final por sectores (2005)	95
Figura 4.2 Proyección de la población urbana y rural (2005 – 2025)	103
Figura 4.3 Proyección del PBI por escenarios (2005 – 2025)	105

Figura 4.4 Proyección del PBI escenario referencial	107
Figura 4.5 Proyección del PBI escenario de demanda alta	107
Figura 4.6 Proyección del PBI escenario de demanda baja	109
Figura 4.7 Parque vehicular histórico (1990 – 2010)	110
Figura 4.8 Balance de energía consolidado (1998 – 2005)	123
Figura 4.9 Balance de oferta y demanda de energía eléctrica del (SEIN)	124
Figura 4.10 Evolución mensual de la máxima demanda de electricidad	124
Figura 5.1 Demanda de energía final en el sector agricultura (E. R.)	128
Figura 5.2 Demanda de energía final en el sector construcción (E. R.)	129
Figura 5.3 Demanda de energía final en el sector minería (E. R.)	130
Figura 5.4 Demanda de energía final en ACM (E. R.)	130
Figura 5.5 Demanda de energía final en el sector manufacturero (E. R.)	131
Figura 5.6 Demanda de energía final en la industria (E. R.)	132
Figura 5.7 Demanda de energía final en ACM (E. D. A.)	132
Figura 5.8 Demanda de energía final en la industria (E. D. A.)	134
Figura 5.9 Demanda de energía final en ACM (E. D. B.)	135
Figura 5.10 Demanda de energía final en la industria (E. D. B.)	136
Figura 5.11 Demanda de energía en el transporte por combustibles (E. R.)	137
Figura 5.12 Demanda de energía final del transporte por usos (E. R.)	138
Figura 5.13 Demanda de energía en el transporte por combustibles (D. A.)	139
Figura 5.14 Demanda de energía final del transporte por usos (D. A.)	140
Figura 5.15 Demanda de energía en el transporte por combustibles (D. B.)	141
Figura 5.16 Demanda de energía final del transporte por usos (D. B.)	142
Figura 5.17 Demanda de energía final del sector residencial urbano (E. R.)	143

Figura 5.18	Demanda de energía final del sector residencial rural (E. R.)	144
Figura 5.19	Demanda de energía final del sector residencial (E. R.)	145
Figura 5.20	Demanda de energía final del sector servicios (E. R.)	146
Figura 5.21	Demanda de energía final del sector servicios (E. D. A.)	147
Figura 5.22	Demanda de energía final del sector servicios (E. D. B.)	148
Figura 5.23	Demanda nacional de energía final escenario referencial	149
Figura 5.24	Demanda nacional de energía por formas energéticas (E. R.)	150
Figura 5.25	Demanda nacional de energía escenario demanda alta	151
Figura 5.26	Demanda nacional de energía por formas energéticas (D. A.)	152
Figura 5.27	Demanda nacional de energía final escenario demanda baja	153
Figura 5.28	Demanda nacional de energía por formas energéticas (D. B.)	154
Figura 5.29	Consumo nacional de energía por escenarios	155
Figura 6.1	Comparación de los modelos energéticos (periodo histórico)	159
Figura 6.2	Demanda de energía final per cápita por escenarios	160
Figura 6.3	Consumo de energía final en el sector residencial	161
Figura 6.4	Demanda de energía final por PBI (2005 – 2025)	164

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1 Operacionalización de variables	27
Cuadro 2.1 Principales indicadores demográficos del Perú	34
Cuadro 2.2 Fuerza laboral, desempleo y subempleo (1990 – 2010)	37
Cuadro 2.3 Reservas probadas de energía comercial (2009)	40
Cuadro 2.4 Consumo proyectado de electricidad (2006 - 2015)	43
Cuadro 2.5 Consideraciones del estudio del PRE (1998 - 2015)	44
Cuadro 2.6 Consumo de energía PRE (1998 - 2015)	44
Cuadro 2.7 Uso energético diario a lo largo de la historia del hombre	47
Cuadro 2.8 Variables causales de la demanda de energía	51
Cuadro 2.9 Recursos energéticos de fuentes primarias y secundarias	63
Cuadro 2.10 Eficiencias energéticas promedio para la cocción	67
Cuadro 4.1 Resumen del consumo nacional de energía final (ktep)	96
Cuadro 4.2 Población nacional según censos (1940 – 2010)	100
Cuadro 4.3 Proyección de los factores demográficos (2005 – 2025)	102
Cuadro 4.4 Proyección del producto bruto interno por escenarios	104
Cuadro 4.5 PBI escenario medio (mil millones de US\$ constantes 1994)	106
Cuadro 4.6 PBI escenario de demanda alta (mil millones de US\$ de 1994)	108
Cuadro 4.7 PBI escenario de demanda baja (mil millones de US\$ de 1994)	109
Cuadro 4.8 Proyección vehicular (escenario tendencial)	111
Cuadro 4.9 Proyección vehicular (escenario alto)	111
Cuadro 4.10 Intensidad energética de combustibles para motor	112
Cuadro 4.11 Intensidades energéticas en la industria (kW.h/US\$)	113
Cuadro 4.12 Factores usados en la industria	114

Cuadro 4.13 Factores usados en la manufactura	115
Cuadro 4.14 Intensidad energéticas en el transporte	116
Cuadro 4.15 Factores de carga del transporte de pasajeros	117
Cuadro 4.16 Factores de vivienda para los usos del sector residencial	118
Cuadro 4.17 Requerimientos del sector residencial	118
Cuadro 4.18 Datos básicos y factores del sector servicios	119
Cuadro 4.19 Intensidad energética para otros usos del sector servicios	119
Cuadro 4.20 Penetración de las formas energéticas para otros usos finales	199
Cuadro 4.21 Oferta interna bruta de energía primaria por fuentes (TJ)	120
Cuadro 4.22 Oferta interna bruta de energía primaria (TJ)	121
Cuadro 4.23 Oferta interna bruta de energía secundaria (TJ)	122
Cuadro 4.24 Oferta interna bruta total de energía (TJ)	122
Cuadro 4.25 Balance nacional de energía 1998 - 2009 (TJ)	122
Cuadro 4.26 Demanda de energía en agricultura escenario referencial	125
Cuadro 6.1 Comportamiento de la demanda de energía (1998 – 2025)	158
Cuadro 6.2 Requerimientos de los sectores residencial y transporte	161
Cuadro 6.3 Demanda de energía final y PBI por escenario de estudio	162

RESUMEN

En el presente trabajo se evalúan los factores que influyen en la demanda de energía a nivel nacional en el periodo (2010 – 2025), y los resultados servirán para determinar los factores a considerar en la planificación del abastecimiento de la demanda nacional de energía. El estudio se sustenta en las teorías macroeconómicas, demográficas y termodinámicas. La muestra está conformada por las estadísticas de los sectores económicos, productivos y consumidores de energía desde 1998.

Metodológicamente la investigación se aborda desde la perspectiva de los estudios no experimentales de tipo transeccional de variables asociadas (factores sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo) que influyen en el incremento de la demanda de energía a nivel nacional.

Para la validación de los resultados se ha realizado una comparación con los balances nacionales de energía en el período histórico (1998 – 2009). En la proyección se obtiene un consumo de 34.703 GWa en el año 2025 en el escenario referencial.

Palabras clave: factores sociales, factores económicos, factores tecnológicos, consumo de energía, indicadores energéticos.

ABSTRACT

In this paper assesses the factors that influence energy demand nationally in the period (2010 - 2025), and the results used to determine the factors to consider in planning the supply of domestic energy demand. The study is based on macroeconomic theories, demographic and thermodynamic. The sample is made by the statistics of economic sectors and consumers of energy production since 1998.

Methodologically the research is approached from the perspective of experimental studies of variables associated transactional type (social, economic, technological and consumption patterns) that influence the increase in energy demand nationwide.

To validate the results, a comparison with the national energy balances in the historical period (1998 - 2009). The projection is obtained GWh consumption of 34,703 in 2025 in the reference scenario.

Keywords: **Social factors, economic factors, technological factors, energy consumption, energy indicators.**

INTRODUCCIÓN

El excesivo incremento del consumo de energía en las últimas décadas origina el alza continua en los precios de los combustibles fósiles debido fundamentalmente a la disminución de las reservas, aumento de su demanda, cuestiones políticas y económicas en el ámbito internacional que hacen vulnerable a nuestro país por ser importador neto de petróleo, por lo tanto, es necesario evaluar la demanda nacional de energía actual y proyectada en el mediano y largo plazo, que servirá para elaborar el planeamiento energético orientada a la diversificación de la matriz energética y el suministro energético.

En la revisión de los antecedentes relacionados con el tema, no se encontraron trabajos referidos al mismo período de proyección y que consideren las mismas premisas. El propósito de la presente investigación consistió en el análisis de las variables energéticas para proyectar la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo (2010 – 2025) considerando los factores: sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo; para lo cual se analizó la influencia de los factores sobre la demanda y la variación de la demanda nacional de energía utilizando el modelo MAED en un período histórico (1998 – 2009)

respecto a los resultados de los balances nacionales de energía para el mismo período.

El tipo de estudio es explicativo, el enfoque metodológico es cuantitativo y el diseño es no experimental de tipo transeccional de variables causales, donde la población de estudio son los sectores consumidores de energía; el procesamiento de la información se realizó en el año base (2010) que sirvió de esqueleto para la proyección de la demanda de energía. Los resultados se presentaron en tres escenarios y permitieron determinar el incremento del consumo de energía, la participación por fuentes energéticas y sectores.

La presente investigación está constituida por seis capítulos. En el primer capítulo está el planteamiento de la tesis; en el segundo capítulo se muestra el análisis genérico situacional del Perú; en el tercer capítulo se muestra la metodología del modelo MAED_D; en el cuarto capítulo se describe el procedimiento de cálculo del consumo de energía; en el quinto capítulo se hace el análisis y discusión de resultados por escenarios; en el capítulo sexto se presentan la contrastación de las hipótesis y la discusión de los resultados. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA TESIS

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La demanda nacional de energía en las últimas décadas se viene incrementado en forma exponencial, influenciado principalmente por: el crecimiento económico y demográfico, las decisiones políticas, el desarrollo tecnológico y los hábitos de consumo ó estilos de vida. Frente a estos acontecimientos el país no ha tenido una política energética concertada en el que los partidos políticos establezcan un plan energético nacional que permita el desarrollo del sector energético a mediano y largo plazo, el país tampoco ha tenido un centro de planeamiento estratégico nacional^(1.a)encargado de coordinar los esfuerzos de las diferentes entidades del estado y reunirlos en un plan estratégico nacional vinculante; por lo que las políticas del gobierno de turno responden a situaciones de corto plazo que impiden afrontar la crisis energética y la diversificación de la matriz energética.

^(1.a)Antes del año 1992 existía el Instituto Nacional de Planificación, pero fue desarticulado por el gobierno de turno.

En la actualidad existe un acuerdo nacional (2002) en el que los líderes de los distintos partidos políticos abordaron temas muy generales del sector energético, también existe el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN - 2006) que todavía no ha entrado en funcionamiento, este organismo tendrá la tarea de coordinar los esfuerzos de las diferentes entidades del Estado y reunirlos en un plan estratégico nacional. Las actividades de planeamiento energético del sector energía lo viene realizando el Ministerio de Energía y Minas.

Los indicadores más relevantes de la crisis energética del país son: el déficit de la balanza comercial de hidrocarburos, la inestabilidad política, socioeconómica, baja eficiencia energética, el desarrollo no sostenido, la inseguridad de suministro y el descuido del medio ambiente.

El déficit de la balanza comercial de hidrocarburos a su vez provoca el estancamiento del proceso productivo y la dependencia de los precios internacionales del petróleo; la inestabilidad que todavía persiste en el país se traduce en la falta de empleo, el precio elevado de la energía y los combustibles que afecta en mayor medida a los habitantes de más bajos recursos económicos.

De mantener este ritmo acelerado de consumo energético y sin una política energética adecuada, la crisis energética se irá agravando porque los precios de los combustibles fósiles continuarán elevándose debido fundamentalmente a la disminución de las reservas de petróleo y el aumento de su demanda, cuestiones políticas y económicas en el ámbito internacional.

Ante este panorama, un planeamiento energético integrado, concertado y vinculante permite tener señales oportunas para: definir políticas energéticas generales, metas y plazos para asegurar el suministro de energía y el bienestar social, satisfacer la demanda, y permitir el desarrollo sostenido del país en el mediano y largo plazo.

Por lo que es necesario hacer un análisis de las variables que influyen en el consumo de energía para estimar los niveles de consumo nacional de energía en el mediano y largo plazo; los resultados de este estudio servirán para la elaboración del planeamiento energético orientado a la diversificación de la matriz energética nacional que permita reducir la vulnerabilidad energética originada por dependencia del petróleo importado y permita la utilización de recursos energéticos propios disponibles en cantidades suficientes a precios razonables y que respeten el medio ambiente (bioenergía).

1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Este trabajo busca hacer un análisis de las variables que influyen en el consumo de energía para después estimar los niveles de consumo de energía a nivel nacional en el mediano y largo plazo, considerando los factores económicos, sociales y tecnológicos del sistema energético peruano, para lo cual se selecciona y utiliza un modelo energético de análisis y proyección de uso internacional.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influyen en la demanda nacional de energía a mediano y largo plazo (2010 – 2025) los factores sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo?

1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

P.1 ¿Cuál será la variación en la demanda nacional de energía si se utiliza un modelo energético que considere los factores sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo respecto a los valores obtenidos por los Balances Nacionales de Energía (1998 - 2009)?

P.2 ¿Qué influencia tiene en la demanda nacional de energía los factores sociales, económicos y los hábitos de consumo en el mediano y largo plazo (2010 – 2025)?

P.3 ¿Qué influencia tiene en la demanda nacional de energía los factores tecnológicos en el mediano y largo plazo (2010 – 2025)?

1.4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se justifica por los aspectos que a continuación se describen.

De acuerdo a los estudios de proyección de IOE – 2010^(1.b)“El consumo de energía primaria en el periodo (2007 - 2035) tendrá un incremento de 1.8% anual para países de Sudamérica, debido principalmente al crecimiento económico” Por lo tanto es necesario hacer la planificación energética orientada al desarrollo sostenible y

^(1.b)International Outlook Energy 2010, proyecciones del consumo mundial de energía primaria

la seguridad de abastecimiento energético a mediano y largo plazo que se adecue a nuestro contexto energético nacional.

Es necesario conocer la influencia de los parámetros sociales, económicos y tecnológicos sobre la demanda nacional de energía para evaluar dicha demanda y proyectarla utilizando herramientas informáticas de planeamiento energético de uso internacional que permita trabajar con sistemas estandarizados facilitando el intercambio de información, sistemas modulares interconectados y comparación estadística. Las predicciones pueden ayudar a determinar si, previsiblemente se va producir una carencia o exceso de la capacidad generadora, lo que permitirá tomar decisiones con años de anticipación (construcción de nuevas centrales de energía, cultura de ahorro de la energía, realizar exploraciones e invertir en nuevas formas de energías).

A la fecha en el país no se han publicado trabajos concluidos sobre análisis de las variables de la demanda nacional de energía a mediano y largo plazo (2010 – 2025) que consideren la influencia de los factores sociales, económicos, tecnológicos y los patrones de consumo.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de los factores sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo en la demanda nacional de energía a mediano y largo plazo (2010 – 2025).

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- O.1 Determinar la variación de la demanda nacional de energía utilizando un modelo energético que considere los factores: sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo en un periodo histórico (1998 – 2009) respecto a los resultados de los balances nacionales y regionales desde el año 1998 hasta el 2009.
- O.2 Evaluar la influencia de los factores sociales y los hábitos de consumo en la demanda nacional de energía a mediano y largo plazo (2010 – 2025).
- O.3 Evaluar la influencia de los factores económicos y tecnológicos en la demanda nacional de energía a mediano y largo plazo (2010 – 2025).

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los factores sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo, influyen significativamente en la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo (2010 – 2025).

1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- H.1 La variación de la demanda nacional de energía (1998 – 2009) utilizando un modelo energético que considere los factores (sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo) debe ser mínima respecto a respecto a los resultados de los balances nacionales y regionales desde el año 1998 hasta el 2009.

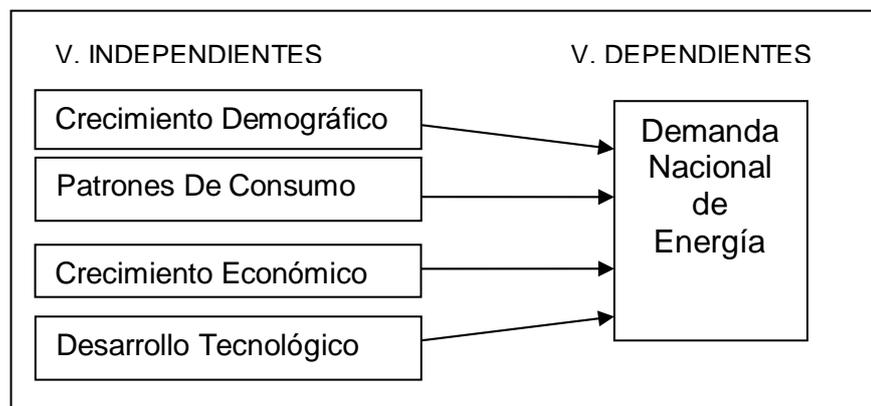
- H.2 A mayor crecimiento de los factores sociales y los hábitos de consumo, mayor es la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo (2010 – 2025).
- H.3 A mayor crecimiento de los factores económicos y tecnológicos (mejora de la eficiencia energética), menor es el incremento de la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo (2010 – 2025).

1.6.3. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Las hipótesis planteadas establecen relaciones de causalidad multivariada, se busca relacionar la causalidad de las variables colectivas (independientes) sobre la demanda nacional de energía (variable dependiente) ver figura 1.1.

Se denomina variables colectivas a todas aquellas variables cuantitativas tomadas a una determinada población (crecimiento demográfico, patrones de consumo y el crecimiento económico y el desarrollo tecnológico).

Figura 1.1 Esquema de relación causal multivariada



Fuente: elaboración propia

1.6.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

A continuación en el cuadro 1.1 se muestran las definiciones conceptuales y operacionales de las variables utilizadas para describir, explicar y evaluar la demanda nacional de energía con sus respectivos indicadores.

Cuadro 1.1: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Crecimiento demográfico	Es el aumento del número de personas que viven un país o región en un período específico de tiempo.	Se determina con la ayuda de los censos de población y vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de crecimiento demográfico. • Grado de urbanización • Fuerza laboral.
Patrones de consumo	Son las tendencias de consumo energético realizado por un sector de consumo en particular.	Se determina con auditorias de energía y encuestas de necesidades básica insatisfechas.	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento. energético. • Cobertura energética. • Acceso a equipamiento • Requerimientos en el servicio de transporte.
Crecimiento económico	Incremento de la producción de bienes y servicios de una economía.	Se determina con el crecimiento del Producto Bruto Interno de una economía.	<ul style="list-style-type: none"> • PBI real por sectores productivos. • PBI real (per cápita) por sectores productivos. • Intensidad energética.
Desarrollo tecnológico	Mejora constante de conocimientos para poder satisfacer diversas necesidades.	Se determina mediante una auditoría energética y el uso de la energía renovable.	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia energética. • Uso de energía renovable. • Factor de carga o de uso. • Penetración de portadores energéticos.
Demanda nacional de energía final	Es la energía suministrada y utilizada durante un período determinado.	Se determina con los balances nacionales de energía final, útil y los planes referenciales.	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía por usos energéticos o por sectores consumidores de energía.

Fuente: Elaboración propia basado en terminología usada en OLADE, CEPAL, MEM y otros.

1.7. METODOLOGÍA

1.7.1. TIPO DE METODOLOGÍA

El tipo de investigación empleado en el presente trabajo de tesis es explicativo porque busca explicar el incremento de la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo (2010 – 2025).

1.7.2. ENFOQUE METODOLÓGICO

El enfoque del estudio es cuantitativo porque se pretende evaluar la demanda nacional de energía en unidades energéticas.

1.7.3. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño de la investigación es: no experimental de tipo, transeccional de variables causales.

Esta investigación no es experimental^(1.3) porque no se ha manipulado deliberadamente las variables independientes para observar cambios en la demanda nacional de energía, sino que se ha observado las variables y las relaciones entre éstas en su contexto natural.

Esta investigación además es transeccional porque se ha analizado el consumo de energía en un determinado momento (un punto en el tiempo) y se ha establecido un patrón de consumo nacional (relaciones causales) y a partir de ello se realiza la proyección en el mediano y largo plazo.

1.7.4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

A. Recopilación de la información de los diferentes sectores económicos, sociales, empresas del sector energético nacional y los sectores consumidores de energía (industria, minería, construcción, transporte, residencial y servicios & público).

^(1.3)Sampieri, R.; Collado, C.; Lucio, P. Metodología de la Investigación. Diseños no experimentales de investigación (1996, p.191-196)

- B. Clasificación y selección del modelo energético (software de planeamiento energético) para la evaluación y proyección de la demanda nacional de energía.
- C. Procesamiento del balance nacional de energía que tendrá como primeros pasos la selección del año base y el horizonte de análisis, el siguiente paso será la desagregación la demanda de energía de cada sector de consumo por usos finales (calefacción, aire acondicionado, usos específicos de electricidad, fuerza motriz y otros usos térmicos) y por fuentes energéticas.
- D. Identificación de los factores directores: factores sociales (demográficos y estilos de vida), factores económicos y tecnológicos que afectan a la demanda nacional de energía.
- E. Descripción y proyección de futuros escenarios de demanda nacional de energía para los factores sociales, económicos y tecnológicos en el periodo de evaluación (2010 – 2025).
- F. Cálculo del consumo de energía final y elaboración de la proyección de la demanda nacional de energía (2010 – 2025).
- G. Contrastación de las hipótesis, discusión de resultados y elaboración de conclusiones y recomendaciones.

1.8. ALCANCES DE LA TESIS

Los resultados de la presente investigación no pretenden ser un producto acabado, sino una opción más para el estudio de los principales factores que influyen en el consumo de energía y su

proyección. Por lo que se considera que este estudio contribuye como parte de un proceso dinámico continuo orientado a la búsqueda de soluciones que se adecuen más al sistema energético del país.

En la presente tesis, la demanda de energía es calculada en función de un posible escenario de desarrollo que abarca dos tipos de elementos: el primero está relacionado con el sistema socioeconómico y el segundo con los factores tecnológicos

CAPÍTULO II

ANÁLISIS ENERGÉTICO SITUACIONAL DEL PERÚ

2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y CLIMA

El Perú está situado en el Noroeste de Sudamérica entre los paralelos 0°2' y los 18° 21'34" de latitud sur y los meridianos 68° 39'7" y los 81° 20'13" de longitud, es el tercer país más extenso de Sudamérica, tiene una soberanía de 200 millas de mar y una superficie de 1 185 224 Km². Tiene tres regiones geográficas muy marcadas (costa, sierra y selva). Política y administrativamente está dividido en 25 regiones como se muestra en la figura 2.1.

2.1.1. COSTA

En virtud del efecto de la corriente fría de Humboldt y de la presencia de los andes al este, la costa peruana presenta la forma de un extenso y árido desierto. La región central y sur de la costa peruana posee dos estaciones: una invernal y una estival. Durante el invierno la temperatura raramente baja de los 12°C. Durante el verano, la temperatura alcanza con frecuencia los 30°C. La región

norteña de la costa, no sufre el efecto de las aguas frías, lo que se traduce en casi 300 días de sol y temperaturas cálidas a lo largo del año (hasta 35°C en el verano).

Figura 2.1 Mapa geopolítico del Perú



Fuente: Atlas departamental del Perú (La república)

2.1.2. SIERRA

La sierra presenta dos estaciones climáticas: una de estío y una lluviosa (llamada 'invierno'), con precipitaciones que son abundantes (por lo general sobre los 1000 msnm).

Un rasgo que caracteriza a esta región es la marcada variación de temperatura a lo largo del día. Es común contar con temperaturas de hasta 24°C al mediodía y tan bajas como -3°C por la madrugada. En el extremo sureste la temperatura oscila entre 8°C a -12°C.

2.1.3. SELVA

La selva se puede dividir en selva alta o ceja de montaña (sobre los 700 msnm) y selva baja (por debajo de 700 msnm). La primera posee un clima subtropical y templado, con abundantes lluvias (alrededor de 3000 mm al año). Por su parte, la selva baja ofrece dos estaciones climáticas: La estación de estío con presencia de sol y altas temperaturas (35°C), y la estación de lluvias, caracterizada por frecuentes chaparrones y alta humedad.

2.2 DEMOGRAFÍA

La dinámica poblacional constituye una de las dimensiones principales de los desafíos económicos y de las características sociales de un país. En el Perú los niveles de desarrollo son insuficientes para garantizar las condiciones mínimas de vida a una parte considerable de la población.

2.2.1. POBLACIÓN

En el Perú la evolución del crecimiento demográfico obedece principalmente a cambios en materia de natalidad, influenciados fundamentalmente por el aumento de la esperanza de vida al

nacer y el descenso de la mortalidad infantil en las últimas décadas. La tasa global de fecundidad (TGF) ha descendido por las siguientes razones: creciente práctica anticonceptiva, ampliación de los servicios de salud en el país y el mejoramiento del nivel educativo de las mujeres.

El peruano que nació en el año 2000, se estima que tiene una expectativa de vida de 69.8 años. En 1990, esta expectativa era de 66.7 años y en el 2010 la expectativa de vida será de 72.5 años. Además del descenso en la TGF, es preciso considerar que la tasa de mortalidad ha venido cayendo desde la década de 1990.

Ver cuadro 2.1.

CUADRO 2.1 Principales indicadores demográficos del Perú

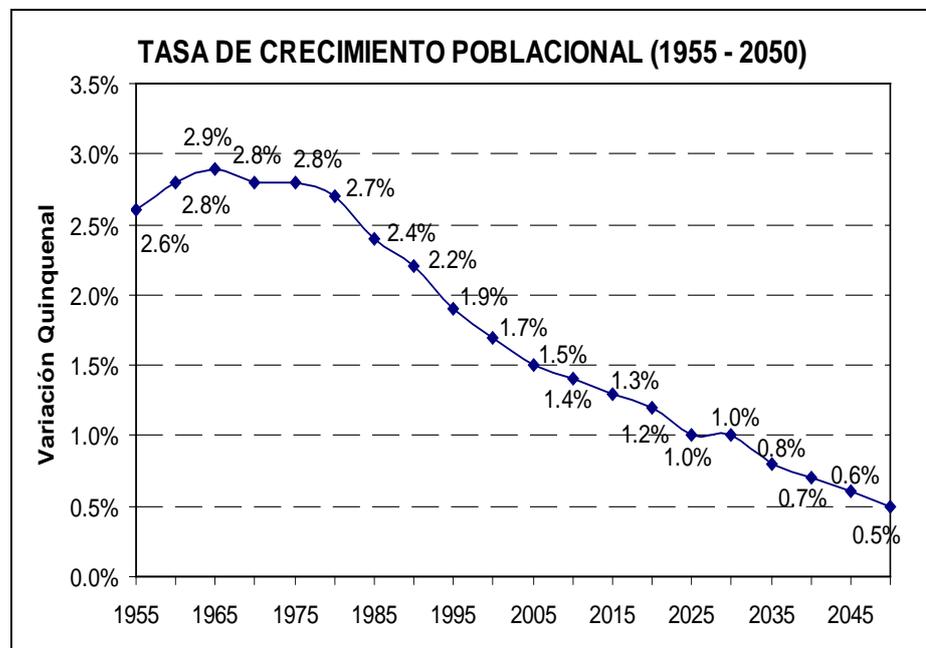
INDICADORES DEMOGRÁFICOS	1990	1995	2000	2005	2010
	- 1995	- 2000	- 2005	- 2010	- 2015
Nacimientos anuales(miles)	666	652	628	616	607
Tasa bruta de natalidad (por mil)	29.2	26.2	23.3	21.3	19.6
Tasa global de fecundidad (hijos por mujer)	3.7	3.2	2.9	2.6	2.4
Tasa bruta de mortalidad (por mil)	6.9	6.5	6.2	6.0	5.9
Esperanza de vida al nacer (años)	66.7	68.3	69.8	71.2	72.5
Tasa de mortalidad infantil (por mil nacidos vivos)	55.5	42.1	33.4	28.7	25.4
Crecimiento anual total (en miles)	418	421	402	403	403
Tasa de crecimiento total (por mil)	18.5	17.1	15.0	14.0	13.0

Fuente: INEI compendio estadístico 2009, datos estimados al 2015.

En particular, la tasa de mortalidad infantil presenta una tendencia hacia la baja, de 56 defunciones por cada mil nacidos vivos en 1990 a 29 defunciones por cada mil nacidos en el año 2005.

En los últimos 30 años la tasa de crecimiento promedio anual de la población peruana ha disminuido en forma sistemática. De 2.5% observado en el período 1970-1980 a 1.6% en el período 1990-2000, para el futuro se prevé una reducción de la tasa de crecimiento a 1.3% en el período 2000-2010. Pese al considerable descenso de la población sin embargo ha crecido casi 10 millones en el período 1980 - 2005. En la figura 2.2 se muestra la tasa de crecimiento histórico y proyectado para el período 1955 – 2050.

Figura 2.2 Evolución de la tasa de crecimiento del Perú (1955 – 2050)



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú

2.2.2. FUERZA LABORAL Y EMPLEO

En el Perú existen tres factores demográficos principales, que han dado forma a la actual distribución de edades y tendencias laborales del país. En primer lugar, la ampliación de la brecha entre las tasas de natalidad y mortalidad (explosión demográfica), en segundo lugar, la incorporación de la mujer en la fuerza laboral, como consecuencia de la recesión económica y la mejora en los niveles educativos de la mujer. Finalmente los procesos migratorios desde las zonas rurales hacia las ciudades. En estas condiciones la fuerza laboral tendrá un rápido crecimiento y en el año 2010 se proyecta que llegará a 16.6 millones como se muestra en el cuadro 2.2.

La dinámica poblacional y la progresiva movilidad de los individuos hacia nuevos grupos de edad han determinado que, en el 2010, un promedio de 487.7 mil personas por año se incorporen al circuito laboral (ver cuadro 2.2).

La creciente oferta laboral, sumada al estancamiento productivo de los últimos años y los insuficientes niveles de absorción de mano de obra por parte del sector formal, son los determinantes del desempleo y los altos niveles de subempleo existentes, se estima que un 85% de la población económicamente activa (PEA) desempeña trabajos de baja productividad con bajos ingresos.

CUADRO 2.2 Fuerza laboral, desempleo y subempleo (1990-2010)

Fuerza laboral (miles)	1990	1995	2000	2005	2010
PET*	13 826	15 555	17 604	19 471	21 338
PEA	7 978	9 71	11 945	14 195	16 633
Tasa de actividad**	57.7%	62.4%	67.9%	72.9%	78.0%
Incremento de la PEA					
Incremento del período	1 423	1 732	2 235	2 250	2 439
Incremento anual	285	346.4	447	450	487.7
Desempleo y subempleo					
Desempleo	454.8	534.1	680.9	809.1	948.1
	5.7%	5.5%	5.7%	5.7%	5.7%
Subempleo	6 701	8 331	10 321	12 265	14 372
	84.1%	85.8%	86.4%	86.4%	86.4%

* Población en edad de trabajar en miles (personas de 14 años o más).

**Tasa de actividad = PEA/PET (en porcentajes)

Fuente: INEI (2005). *Proyecciones de la población del Perú (1990-2010)*

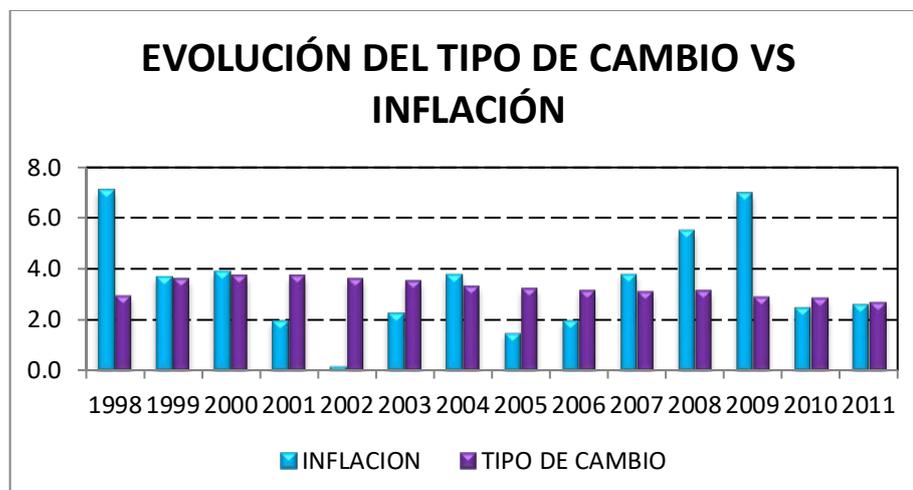
2.3 SITUACIÓN MACROECONÓMICA

2.3.1. LA INFLACIÓN Y EL TIPO DE CAMBIO

La inflación se ha mantenido controlada hasta el año 2005 en niveles de 1.5%, en el 2007 fue de 3,8%, para el 2009 la meta fue de 5.6% pero se tuvo una inflación del 7.0%, para el período mayo - agosto del 2011, la inflación ha sido de 2.6%.

El tipo de cambio anual (fin de período) ha sido de S/. 3.42 en (2005), S/. 3.06 en el (2007) y S/. 2.806 en el (2010). Asimismo, se estima que el tipo de cambio promedio anual (2011) registre S/. 2.67 por dólar, lo que significaría una apreciación de la moneda peruana de 0.51% respecto de 2010, debido al mayor flujo de divisas, mayor estabilidad macroeconómica y factores externos como se muestra en la figura 2.3.

Figura 2.3 Evolución de la inflación vs tipo de cambio (1998– 2011)



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (2008)

2.3.2. EL RIESGO PAÍS Y EL TRATADO DE LIBRE COMERCIO

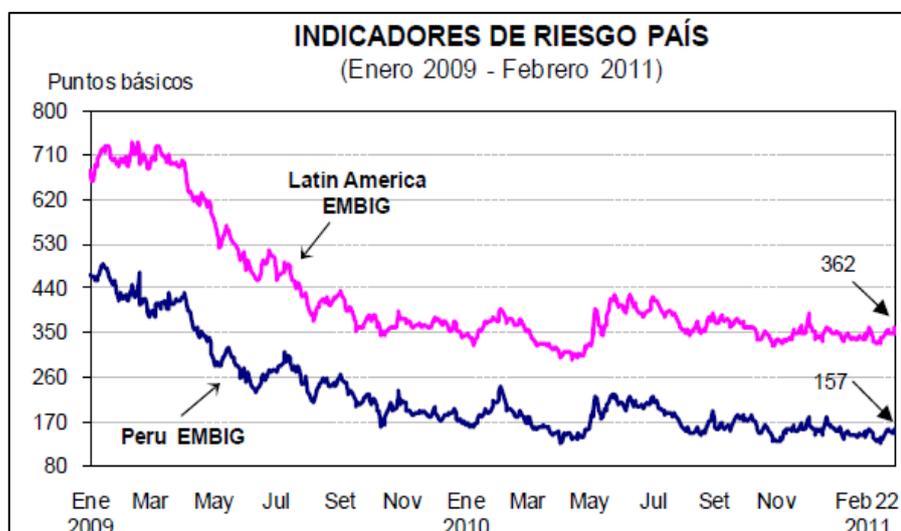
El indicador de riesgo país Emerging Markets Bond Index Plus (EMBI+); mide el grado de “peligro” que entraña un país para las inversiones extranjeras. Este indicador para el Perú con un stripped spread del Perú es de 157 puntos básicos (“pbs”); comparado con América Latina que tiene un promedio de (362 pbs). Como se muestra en la figura 2.4.

El tratado de libre comercio tiene beneficios importantes para el Perú, teniendo en cuenta que la bolsa de valores de Lima (BVL) luego del tratado del TLC con los Estados Unidos se ha convertido en una atractiva alternativa de inversión para empresas mineras de Canadá y Estados Unidos.

La tendencia positiva de la economía peruana contribuirá favorablemente a todos los sectores de producción, con la

expectativa de atraer inversión y capital extranjero y así el desarrollo de nuevos negocios en el país.

Figura 2.4 Indicadores del Riesgo País (2009 – 2011)

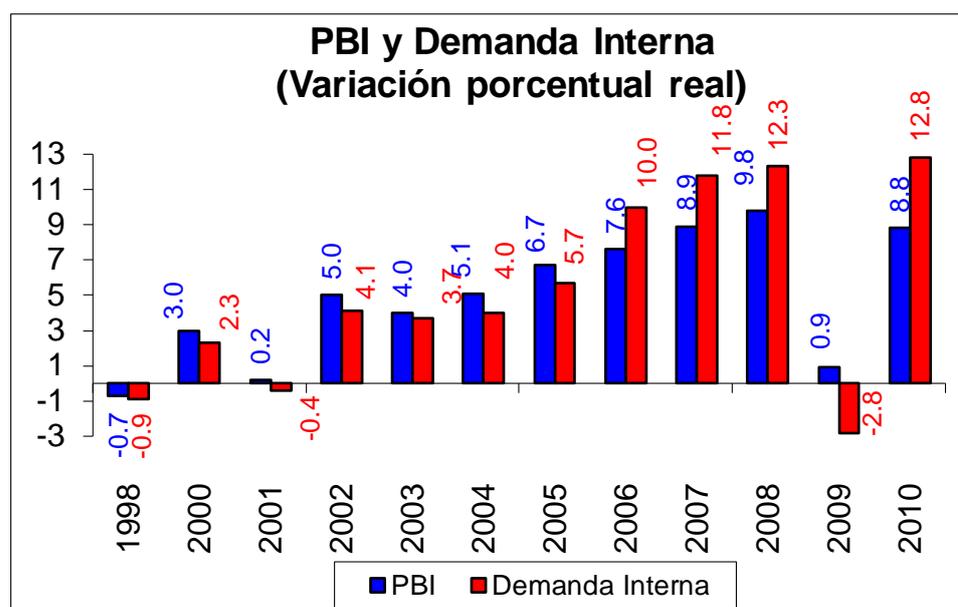


Fuente: BCRP – Banco Central de Reserva del Perú

2.3.3. EL PRODUCTO BRUTO INTERNO (PBI)

En el año 2010, el PBI se expandió en 8,8%, una de las tasas de crecimiento más alta desde 1994. Desde el 2002 al 2008 se había experimentado un crecimiento continuo de 78 meses, en el 2009 este crecimiento se redujo por la crisis mundial, pero en el 2010 se recuperó gracias al dinamismo del consumo e inversión privada, los que impulsaron un incremento de la demanda interna de 12,8% (15,6 puntos porcentuales por encima de lo registrado en 2009) como se muestra en la figura 2.5 a continuación.

Figura 2.5 PBI y Demanda Interna (Variación porcentual real)



Fuente: INEI

2.4 SISTEMA ENERGÉTICO NACIONAL

2.4.1. RECURSOS ENERGÉTICOS DOMÉSTICOS

Las reservas probadas de energía comercial a diciembre del 2009, fueron 26 471 442 TJ y los recursos energéticos que el Perú dispone son los que se muestran en el cuadro 2.3 que a continuación se presenta.

CUADRO 2.3 Reservas probadas de energía comercial (2009)

FUENTE	RESERVAS PROBADAS	ESTRUCTURA
Gas natural	11 943 980 (TJ)	45.12 %
Hidroenergía	5 965 666 (TJ)	22.54 %
Líquidos de gas natural	3 483 693 (TJ)	13.16 %
Petróleo crudo	3 084 456 (TJ)	11.65 %
Carbón mineral	1 115 007 (TJ)	4.21 %
Uranio	878 639 (TJ)	3.32 %
Total	26 471 442 (TJ)	100 %

Fuente: DGH, DGM, DGE

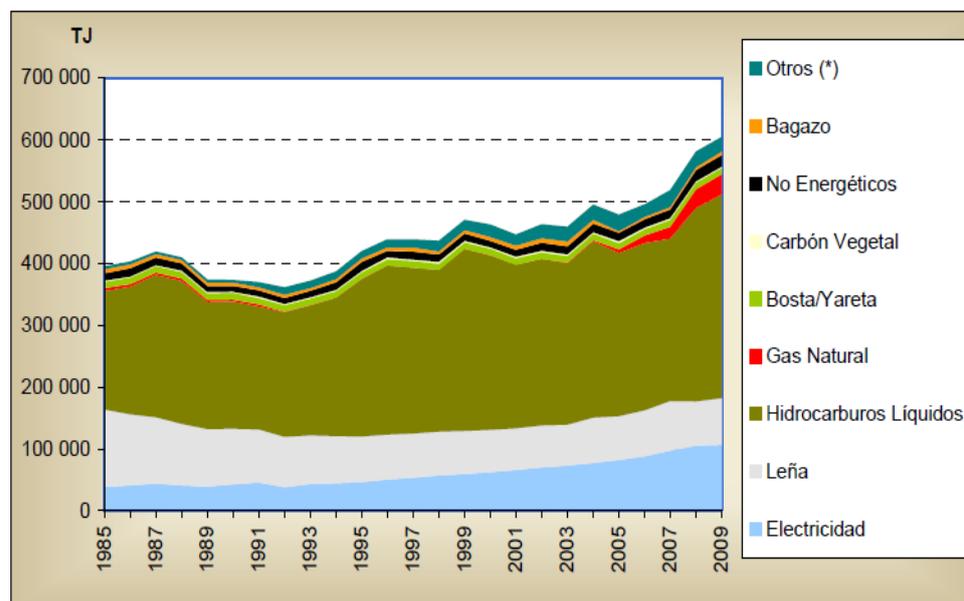
2.4.2. RETROSPECTIVA DEL BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL

El consumo de energía en el Perú se incrementa, caracterizándose por el predominio de los hidrocarburos líquidos que en los últimos años está siendo sustituido por el gas natural. Por otro lado se puede notar que en los últimos años se ha incrementado el consumo de electricidad.

El leña, que tiene una tendencia de consumo decreciente. Algunos consumidores de Kerosene pasaron a usar GLP pero en las zonas rurales se volvió a utilizar leña en el uso para cocción. Como se aprecia en la figura 2.6.

Figura 2.6 Consumo final de energía a nivel nacional (TJ)

CONSUMO FINAL DE ENERGÍA – NACIONAL



(*) Carbón Mineral y derivados

Fuente: Matrices energéticas desde 1985 hasta 2009

2.5 ANTECEDENTES

En la revisión de las referencias bibliográficas de los estudios relacionados sobre el tema, no se encontró trabajos referidos al mismo período de proyección sobre la evaluación de la demanda nacional de energía (2010 – 2025) que consideren los factores sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo.

En el Ministerio de Energía y Minas (MEM) se realizan estudios de proyección de demanda de energía eléctrica, consumo de hidrocarburos y de energía en general mediante sus Direcciones Generales: de Electricidad (DGE), de Hidrocarburos (DGH) y en la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto (OGP), los mismos que se detallarán en la sección (2.5.1).

En el ámbito internacional los estudios de demanda de energía consideran diversas variables causales dando importancia a variables significativas de sus países que se detallan en la sección (2.5.2).

2.5.1 En el ámbito nacional:

Las últimas publicaciones del MEM son: Plan Referencial de Electricidad (2006 - 2015), el Plan Referencial de Energía (1998 - 2015) y el plan referencial de hidrocarburos (2007 – 2016). La metodología empleada para la proyección de la demanda y expansión de la generación y transmisión de energía eléctrica^(3.a) está basada en modelos econométricos (de base) y modelos de series temporales (comparativos).

^(3.a)Plan Referencial de Electricidad (2006 – 2015), anexo 7.1.

El modelo econométrico relaciona la variable dependiente (demanda de energía eléctrica) y otras variables explicativas (PBI, población y la tarifa eléctrica), la proyección se realizó mediante una regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios utilizando dos modelos de series temporales que son el E-Views (Econometric - Views) y el SPSS (Statistical Package for Social Sciences). Las proyecciones se realizaron bajo tres escenarios (optimista, medio y conservador).

Las conclusiones de este estudio son: las proyecciones de la demanda eléctrica se deben realizar utilizando modelos econométricos y de series temporales, debido a la carencia de información histórica mensual. Por un lado se tenía datos históricos de amplio pasado contabilizados anualmente y por el otro lado se disponía de información mensual de corto pasado.

Los resultados de la proyección de la demanda de energía de este estudio se muestran el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Consumo proyectado de Electricidad (2006 – 2015)

Escenarios de demanda	Demanda de energía GW.h		Tasa de crecimiento anual
	2006	2015	
Escenario I	23 001GW.h	47 064GW.h	7.40 %
Escenario II	23 001GW.h	43 744GW.h	6.60 %
Escenario III	23 001GW.h	39 762GW.h	5.60 %

Fuente: Plan Referencial de Electricidad 2006 - 2015

El plan referencial de energía (1998 – 2015) utilizo la información del Balance Nacional de Energía Útil (1998) elaborado por la Oficina Técnica de Energía (OTERG), se planteó

dos escenarios socioeconómicos y dos escenarios energéticos con las consideraciones que se muestran en el cuadro 2.5 y los resultados se muestran en el cuadro 2.6 a continuación. Para ello se utilizó como herramienta el modelo energético LEAP (2000).

Cuadro 2.5 Consideraciones del estudio del PRE (1998 – 2015)

Escenarios	Tasa de consumo de energía/habitante	Tasa de crecimiento del PBI	Precios - petróleo	Penetración del GN
Escenario I	1.23%	3.60%	altos	menores
Escenario II	2.10%	5.00%	bajos	mayores

Fuente: Plan Referencial de Energía (1998 – 2015)

Cuadro 2.6 Consumo de energía PRE (1998 – 2015)

Escenarios energéticos	Demanda nacional de energía (10^3 tep o ktep)				Tasa de crecimiento anual
	1998	2005	2010	2015	
Escenario I	10139 ktep	12234 ktep	13955 ktep	15986 ktep	2.70%
Escenario II	10139 ktep	13134 ktep	15520 ktep	18496 ktep	3.60%

Fuente: Plan Referencial de Energía (1998 – 2015)

2.5.2 En el ámbito internacional:

En el ámbito internacional se tienen diversos estudios de proyección de demanda de energía, uno de los más citados se denomina: “Residential past and future energy consumption: Potential saving and environmental impact ^(3.b)” realizado en Jordania por: A. Al-Ghandoor, J. O. Jaber, I. Al-Hinti y I. M. Mansour(Jordan) quienes han desarrollado dos modelos empíricos

^(3.b)Renewable and Sustainable Energy Reviews © 2008 Elsevier Ltd. disponible en: www.elsevier.com/locate/rser

para determinar las variables causales de la demanda de energía y la proyección de esta.

El primer modelo basado en regresión lineal multivariada para explicar la demanda de energía eléctrica y el consumo de combustible fósiles, en sus resultados muestra que la población (P), el crecimiento económico (I) y el precio unitario del petróleo (F\$) son las variables que más afectan a la demanda de energía eléctrica, mientras que la población es la más importante variable en el caso del consumo de petróleo. Otro aspecto importante que revela este estudio es que los precios unitarios de la electricidad y el petróleo no afectan su consumo cuando existen subsidios (directo y/o cruzado), esto significa que las personas no adoptan tecnología más eficiente cuando existe un incremento de precios en la energía.

El segundo modelo para predecir la demanda de energía utiliza las variables anteriormente definidas y añade otras dos que son: precio unitario de la electricidad (E\$) y las condiciones climáticas (W). Este modelo se desarrolla bajo dos escenarios uno de ellos considera un agresivo programa de eficiencia energética y el otro sólo la proyección tendencial. Los resultados de este modelo indican que:

- El modelo de regresión lineal puede ser usado adecuadamente para simular el consumo eléctrico y de petróleo en el sector residencial.
- De no realizar ninguna acción de planeamiento energético el consumo de energía nacional se duplicara en los próximos 10 años.
- Con el programa de eficiencia energética el consumo nacional de energía sólo se incrementaría en un 23% para el mismo periodo de 10 años.

Los modelos energéticos utilizados para el análisis de la demanda de energía en la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) y la Unión Europea son: MAED, LEAP y MODEMA de acuerdo a las características de sus respectivos países. Estos modelos serán detallados en el capítulo IV cuando se realice la selección del modelo energético a utilizar para el Perú.

2.6 BASES TEÓRICAS

2.6.1 LA ENERGÍA Y LA EVOLUCIÓN DEL HOMBRE

El desarrollo del hombre a través de los siglos está ligado a la evolución del dominio que fue logrando sobre las diversas fuentes de energía que la naturaleza pone a su disposición.

Esta circunstancia implica una relación directa y permanente entre el sistema energético y el ambiente cuya evolución puede

ser dividida en una serie de etapas que se muestran en el cuadro 2.7 a continuación.

Cuadro 2.7 Uso energético diario a lo largo de la historia del hombre

Etapas	Kcal./día /persona	Uso energético	Fuente de energía
Hombre primitivo	2 000	Alimentación	Flujos naturales de energía (agua, viento y sol) uso directo
100 000 a. c.	5 000	Producción de fuego	La leña
Siglo X	12 000	Agricultura de subsistencia.	Leña, gas natural, agua y aire.
Edad media siglo XV	27 000	Alimentación, comercio, agricultura transporte y otros.	Gas natural, agua, aire y el uso intensivo de la leña
Era industrial 1870	80 000	Producción de calor, Iluminación, industria extractiva, máquina a vapor y transporte.	Leña, petróleo, aceite de ballena, gasolina y el uso intensivo del carbón mineral.
1970	115 000	Todos los anteriores más la electricidad	Utilización simultánea de varias fuentes incluida la nuclear.
2000	230 000	Todas las anteriores	Utilización simultánea de las anteriores más las fuentes renovables.

Fuente: "El libro de la Energía" (1987), "Economía de la Energía" (2004)

"Energías renovables para el desarrollo" Paraninfo Thompson Learning España 2002

2.6.2 PLANEAMIENTO ENERGÉTICO INTEGRADO

Swisher et al (1997) afirma que el planeamiento energético integrado coloca en un mismo nivel de decisión alternativas de fortalecimiento de servicios energéticos desde el punto de vista de la oferta y la demanda.

Uno de los objetivos del planeamiento energético integrado es crear un ambiente económico más favorable para el desarrollo de tecnologías de uso final eficientes, tecnologías nuevas de producción de energía menos centralizadas, por lo tanto implica

un estudio detallado del comportamiento de las variables que determinan la demanda energética en cada uno de los sectores de la economía.

El planeamiento energético tiene las siguientes dimensiones: económica, ambiental y social. En la dimensión económica se analiza la seguridad energética (capacidad de abastecimiento continuo de la energía de forma adecuada en cantidades suficientes y a precios accesibles) y los patrones de consumo y producción de energía; en la dimensión ambiental se analiza el impacto del medio ambiente relacionados a los usos de los recursos naturales para fines energéticos y por último en la dimensión social se analiza el acceso a los servicios energéticos como condición esencial para el bienestar social y la mejora de los patrones de consumo.

2.6.3 LA ENERGÍA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

De acuerdo a la comisión Bruntland^(3.c), el desarrollo sostenido es el desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer la capacidad para que futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.

La energía es imprescindible para potenciar el bienestar social y económico y, en la mayoría de los casos, es imprescindible para generar riqueza industrial, garantizar la

^(3.c)WCED (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo) 1897

protección social y elevar el nivel de vida. Pero por esencial que pueda ser para el desarrollo la energía es solo un medio, no un fin, y el fin reside en lograr una buena salud, un alto nivel de vida, una energía sostenible y un medio ambiente limpio. No hay ninguna forma de energía (carbón, solar, nuclear ó eólica) que sea buena o mala intrínsecamente, y cada una de ellas vale sólo en la medida que cumpla los fines para los que ha sido creada. No existe producción de energía o tecnología de conversión sin riesgos o sin desechos.

2.6.4 LA DEMANDA DE ENERGÍA

Las definiciones que se presentan han sido base para desarrollar el concepto con cual se trabajará.

Halvorsen (1975) fue el primero en incluir variables demográficas a un modelo de demanda de energía, estableció que el tamaño de las familiar es variable causal de la demanda de energía.

Lapillone (1981) fue el primero en incluir un modelo econométrico que relaciona la demanda de energía total o sectorial con los niveles de actividades y los precios de los energéticos. Estas relaciones econométricas basadas en variables económicas observadas en el pasado pueden ser extrapoladas para la proyección de futuros escenarios.

Cowding y Mc Fadden (1994) indican que las variables demográficas (tamaño de la población rural y urbana) y económicas son variables causales del consumo de energía de un país o región.

Bouille D. (2004) establece que el incremento de la demanda de energía de un país depende de factores tales como: incremento del número de usuarios, incremento del ingreso real por familia, incremento del producto real por empresa, cambios en el precio real del energético analizado y del energético sustituto, precio de los artefactos y grado de urbanización.

Considerando los estudios anteriores se puede agrupar los factores mencionados en tres grupos: sociales, económicos y tecnológicos; cada uno de estos tiene una o más variables causales para evaluar y predecir el comportamiento de la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo.

Las variables causales de la demanda nacional de energía en el factor social son: el crecimiento demográfico y los patrones de consumo; en el factor económico es el crecimiento económico (PBI) y finalmente en el factor tecnológico es el desarrollo tecnológico (eficiencia energética), como se puede apreciar en el cuadro 2.8 y el esquema de la figura 2.7.

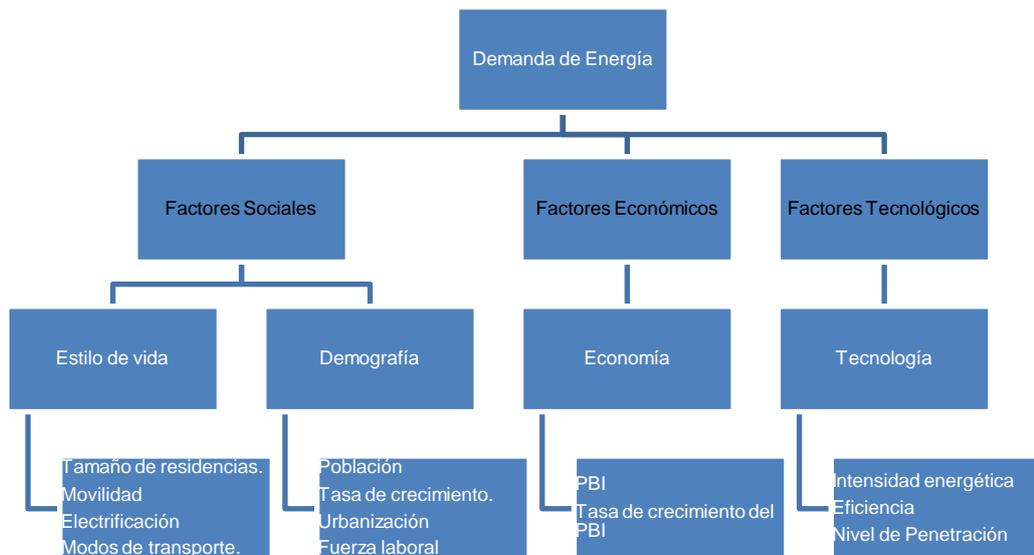
Cuadro 2.8: Variables causales de la demanda de energía

Factores	V. Independientes	V. Dependiente
Sociales	Crecimiento demográfico	

	Patrones de consumo	Demanda Nacional de energía
Económicos	Crecimiento económico	
Tecnológicos	Desarrollo tecnológico	

Fuente: elaboración propia.

Figura 2.7 Variables explicativas de la demanda de energía



Fuente: elaboración propia

2.6.5 CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO

De acuerdo al manual de economía EMVI, el crecimiento demográfico mide el aumento, en un período específico, del número de personas que viven en un país o una región. La tasa de crecimiento demográfico depende de la tasa de natalidad, la tasa de mortalidad y de los movimientos migratorios.

A. Al-Ghandoor^(3.d) (2008), establece que cuando la población se incrementa, se incrementa el número de residencias y consecuentemente aumenta el consumo energético.

Por lo descrito se considera al crecimiento demográfico (con sus diferentes indicadores) como variable causal de la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo.

A continuación se muestran las ecuaciones más importantes usadas para los cálculos demográficos, estas ecuaciones son usadas en el software MAED_D^(3.e) y son las siguientes:

- **Tamaño de la población:** relaciona la población proyectada en el año (n) con la población actual (referencial) y la tasa de crecimiento promedio anual del modelo como se muestra en la ecuación (2.1).

$$P_n = P_0 \times (1 + t)^n \quad (2.1)$$

Dónde:

P_n :	tamaño de la población proyectada en el año “n”	(Mills. de personas)
P_0 :	tamaño de la población actual	(Mills. de personas)
n:	número de años del periodo	(Años)
t:	tasa de crecimiento anual de la población entre dos años del modelo.	(%)

^(3.d)Extraído del artículo “Residencial past and future energy consumption” (2008, p.4) de la revista: Renewable and Sustainable Energy Reviews

^(3.e)Manual del usuario MAED_D. OIEA, Viena Julio 2007. p. 124-125

- **Número de viviendas urbanas:** relaciona la población en el año actual, el porcentaje de la población urbana y el tamaño promedio de habitantes urbanos por vivienda como se muestra en la ecuación (2.2).

$$V_U = \frac{P_0 \times P_U}{T_U} \quad (2.2)$$

Donde:

V_U :	número de viviendas urbanas	(viviendas)
P_0 :	población actual	(personas)
P_U :	porcentaje de la población urbana	(%)
T_U :	tamaño promedio de habitantes urbanos por vivienda.	(personas)

- **Número de viviendas rurales:** relaciona la población en el año actual, el porcentaje de la población rural y el tamaño promedio de habitantes rurales por vivienda como se muestra en la ecuación (2.3).

$$V_R = \frac{P_0 \times P_R}{T_R} \quad (2.3)$$

Donde:

V_R :	número de viviendas rurales	(viviendas)
P_0 :	población actual	(personas)
P_R :	porcentaje de la población rural	(%)
T_R :	tamaño promedio de habitantes rurales por vivienda.	(personas)

- **Población en grandes ciudades:** relaciona la población total con la fracción que vive en grandes ciudades como se muestra en la ecuación (2.4).

$$P_G = P_O \times P_F \quad (2.4)$$

Donde:

P_G : población en grandes ciudades **(personas)**

P_O : población total **(personas)**

P_F : porcentaje de la población total que vive en grandes ciudades **(%)**

- **Fuerza laboral activa total:** relaciona la población total con el porcentaje de la fuerza laboral potencial que está trabajando realmente como se muestra en la ecuación (2.5).

$$F_{LA} = P_O \times P_e \times P_a \quad (2.5)$$

Donde:

F_{LA} : fuerza laboral activa total **(personas)**

P_e : porcentaje de la población que representa la fuerza laboral potencial (PET) **(%)**

P_a : porcentaje de la población que representa la fuerza laboral potencial que está trabajando realmente (PEA) **(%)**

2.6.6 CRECIMIENTO ECONÓMICO

Walt W. Rostov (1975), indica que el término desarrollo económico se utiliza para delimitar los estadios en que la ciencia y la tecnología modernas son absorbidas y difundidas a través de varios sectores y subsectores de una economía^(3.f).

Parkin Michael (1995) indica que el crecimiento económico es resultado de la acumulación de capital y de la adopción de tecnologías más eficientes. Cuanto más rápidamente se acumula el capital y cuanto más rápido es el ritmo del cambio tecnológico, más alta es la tasa de crecimiento del producto bruto interno.

Bouille D. (2004) indica que el crecimiento económico está asociado con un incremento en el consumo de energía.

Para la presente tesis se considera al crecimiento económico como variable causal de la demanda nacional de energía a mediano y largo plazo. El indicador más importante del crecimiento económico de un país es el PBI.

El PBI es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado, el PBI es la macro magnitud económica más importante para la estimación de la capacidad productiva de una economía, puede ser expresado en términos de precios corrientes (PBI nominal) o precios constantes (PBI real).

^(3.f)Extraído del texto: "El Desarrollo Económico" (1975, p.11).

El PBI nominal es el valor monetario de todos los bienes y/o servicios que produce un país a precios corrientes en el año corriente en que los bienes son producidos. Sin embargo, en situación de inflación alta, un aumento substancial de precios aun cuando la producción no aumente demasiado puede dar la impresión de un aumento sustancial del PBI, por esta razón para ajustar el PBI según los efectos de la inflación, se define el PBI real como el valor monetario de todos los bienes y/o servicios que produce un país o una economía a precios constantes. Ese cálculo se lleva a cabo deflactando el valor del PBI según el índice de inflación (o bien computando el valor de los bienes con independencia del año de producción mediante los precios de un cierto año de referencia).

En este trabajo se ha considerado el PBI real a precios constantes del año 1994, para la proyección del PBI se ha formulado tres escenarios del crecimiento (alto, medio y bajo), el escenario medio está basado en el crecimiento histórico del PBI, los otros escenarios recogen aspectos macroeconómicos como el riesgo país, los tratados de libre comercio, las exportaciones y asuntos económicos y financieros del ámbito internacional durante el periodo de proyección.

Para los cálculos del crecimiento del PBI (nacional y sectorial) se utilizarán las ecuaciones usadas en el software MAED_D^(3.9).

- **El crecimiento del PBI nacional (Y):** es una variable exógena que se expresa en una unidad monetaria constante para cada año del modelo, su proyección se puede calcular aplicando la ecuación (2.6).

$$Y_n = Y_0 \times (1 + t)^n \quad (2.6)$$

Dónde:

Y_n : valor del PBI en el año “n” **(Millones de US\$)**

Y_0 : valor del PBI en el año actual **(Millones de US\$)**

t : tasa de crecimiento anual **(%)**

n : número de años entre el año futuro y el año actual considerado para la proyección **(años)**

- **Formación del PBI por sector y subsector económico:** esta formación esta dada en unidades monetarias (UM), la participación del PBI por sector de calcula externamente como parte de un escenario, la ecuación 2.7 se puede aplicar a nivel de sector (subíndices con mayúsculas) y subsector (subíndices con minúsculas) considerado en el estudio.

^(3.9)Manual del usuario MAED_D. OIEA, Viena Julio 2007. p. 125-127

$$Y_s = Y_0 \times Y'_s \quad (2.7)$$

Dónde:

Y_s : valor del PBI por sectores **(Millones de US\$)**

Y'_s : participación del sector en el PBI nacional (%)

Y_s : valor del PBI por subsectores **(Millones de US\$)**

Y'_s : participación del subsector en el PBI nacional (%)

Y_0 : valor del PBI en el año actual **(Millones de US\$)**

2.6.7 DESARROLLO TECNOLÓGICO

Pavitt (1998), define al desarrollo tecnológico como el desarrollo continuo de conocimientos (know how), capacidades y habilidades relacionadas con la producción y la energía.

Benites A. (2004) define al desarrollo tecnológico como la búsqueda constante de mejorar (actualizar) los conocimientos para ser aplicados en una máquina o en el mismo cuerpo humano.

Considerando lo anterior, el desarrollo tecnológico se caracteriza por un proceso continuo de invenciones e innovaciones para utilizar nuevas opciones energéticas con mejoras de eficiencia en la cadena de suministro energético y en la demanda de servicios energéticos.

2.6.8 PATRONES DE CONSUMO

De acuerdo al manual del usuario (MAED_D), los patrones de consumo son las tendencias de consumo de energéticos

realizados por un sector de consumo en particular, estas tendencias son variables en el mediano y largo plazo.

Dentro de los patrones de consumo se consideran: el número de electrodomésticos usados en los hogares, las preferencias de los modos de transporte, las prioridades nacionales para el desarrollo de ciertas industrias o sectores económicos entre otros.

2.6.9 ENERGÍA

De acuerdo a “El libro de la Energía” (1987), la energía es un concepto esencial de la ciencia y su conservación constituye uno de los principios de la termodinámica.

Desde el punto de vista material la energía no es algo que se pueda definir, en física se dice que un sistema contiene energía cuando es capaz de realizar trabajo. La experimentación científica ha logrado dos importantes leyes relacionadas con la transformación de la energía:

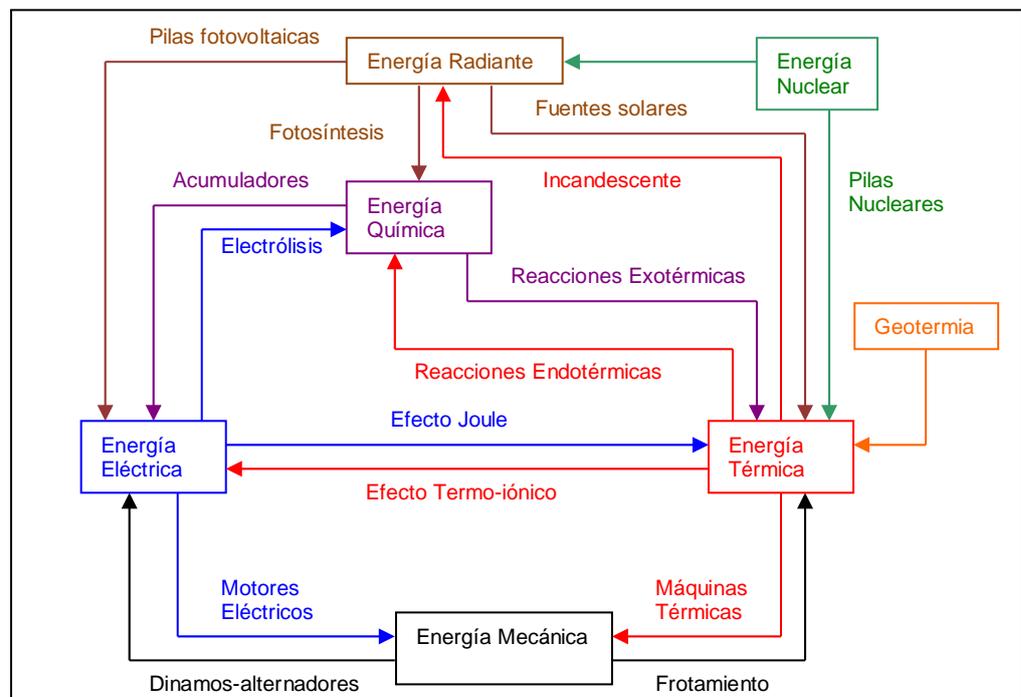
Primera ley.- Ley de la conservación de la energía.

Segunda ley.- Ley de la degradación de la energía.

La energía no puede ser creada ni destruida, sólo puede transformarse sin que haya pérdida o ganancia en la cantidad total que haya intervenido en la transformación, sin embargo a través de sus transformaciones va perdiendo paulatinamente capacidad para producir trabajo.

Se reconocen cinco fenómenos a través de los cuales se manifiesta la energía: el calor (energía térmica), el trabajo (energía mecánica), la combustión (energía química), la radiación (energía radiante), el flujo de electrones (energía electrónica). La energía está detrás de estos fenómenos físicos, cambia de una forma en otra (ver figura 2.8) pero ninguna de ellas constituye la forma pura o primaria de energía.

Figura 2.8 Formas y Transformaciones de la Energía



Fuente: Chevalier, J. M. y otros - Economía de l'Energía Presses de la Fondation Nationale de Science Politique, 1986

Considerando lo anterior y para fines del trabajo, el primer principio de la termodinámica permite transformar todas las manifestaciones físicas de la energía a alguna unidad de medida y agregarlas como si se tratarán de un mismo bien desde el punto

de vista físico, por ejemplo en unidades de calor, una tonelada de petróleo equivale a aproximadamente 1.5 toneladas de carbón.

El segundo principio de la termodinámica reconoce una base, la del rendimiento termodinámico. El rendimiento de una operación de transformación de una forma de energía (por ejemplo calor) en otra (trabajo) es siempre inferior a uno.

2.6.10 RECURSO ENERGÉTICO

Hunt D. V. (1984) Define a los recursos energéticos como la cantidad total estimada de un mineral, combustible o fuente de energía que puede razonablemente esperarse exista en ubicaciones geológicas favorables, pero que todavía no han sido identificadas por perforaciones; también es la reserva y/o materiales que han sido identificados pero que no pueden extraerse por razón de limitaciones económicas o tecnológicas.

Considerando lo anterior diremos que el recurso energético es una fuente de energía que con una tecnología asociada para explotarla y aplicándola industrialmente se obtiene un valor económico del mismo. La energía en sí misma nunca es un bien para el consumo final sino un bien intermedio para satisfacer otras necesidades en la producción de bienes y servicios.

Los recursos energéticos pueden ser clasificados de distintas maneras o fuentes:

- Primarias y secundarias.

- Renovables y no renovables.
- Convencionales y no convencionales.

Para la realización de este trabajo solo se considera la primera clasificación por adecuarse mejor al tema a desarrollar, pero se definirá las otras clasificaciones.

En el primer caso, las fuentes de energía primarias son obtenidas de la naturaleza mediante procesos de extracción, de manera directa, mediante la fotosíntesis y de los residuos animales; mientras que las fuentes secundarias derivan de los centros de transformación luego de un proceso físico, químico o bioquímico cuyo destino son los sectores de consumo y centros de transformación como se muestra en el cuadro 2.9.

En el segundo caso, son fuentes de energía renovables, por llegar de forma continua a la tierra y ser inagotables (la energía solar), y no renovables, aquellas que se encuentran de forma fija en el planeta, agotándose al consumirlas (carbón, petróleo, etc.).

En el tercer caso se denominan fuentes convencionales de energía a aquellas que tienen una participación importante en los balances energéticos de los países industrializados y las no convencionales, o nuevas fuentes de energía, a las que por estar en una etapa de desarrollo en cuanto a su utilización generalizada, no cuentan con una participación apreciable en la cobertura de la demanda energética de esos países.

Cuadro 2.9 Recursos energéticos de fuentes primarias y secundarias

FUENTES PRIMARIAS	FUENTE SECUNDARIAS
Proceso de extracción: <ul style="list-style-type: none"> • Petróleo crudo • Gas natural libre o asociado • Carbón mineral • Geotermia • Combustibles fisionables 	Refinerías: <ul style="list-style-type: none"> • Gas licuado de petróleo • Gas natural licuado • Gasolinas (motor, aviación, naftas) • Kerosene y turbo combustibles • Diesel y combustibles pesados
De manera directa: <ul style="list-style-type: none"> • Energía hidráulica • Energía eólica • Energía solar • Energía mareomotriz 	Hornos y destilerías. <ul style="list-style-type: none"> • Coque/ gas de coquería • Carbón vegetal/ gas de madera • Gas de alto horno • Gasificación del carbón
Fotosíntesis: <ul style="list-style-type: none"> • Leña • Productos de Caña de azúcar • Combustibles vegetales 	Bioconversión: <ul style="list-style-type: none"> • Digestión de desperdicios sólidos • Digestión de aguas negras • Digestión de residuos animales • Digestión de residuos vegetales
Residuos animales: Bosta	Otros productos energéticos Electricidad Productos no energéticos

Fuente: "Diccionario de la energía" Publicaciones Marcombo, s.a.; México 1984

"El libro de la energía" Fondo Atómico de Energía, Viena 1987

2.6.11 REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS

Bouille D. (2004) establece que la energía no es necesaria en sí misma, sino que está ligada a la satisfacción de otras necesidades, como la alimentación, vivienda, transporte, etc.

No existe necesidad específica ni en cantidad, ni en naturaleza, por lo que la noción de normas abstractas en términos de cantidad de energía (kep) no tiene sentido.

Considerando lo anterior y para fines del trabajo, se define al requerimiento como una necesidad, la energía interviene como requerimiento final o intermedio en la satisfacción de las necesidades sociales. Como requerimiento final, en la medida que es utilizada por la sociedad para satisfacer las necesidades de alimentación (cocción y abastecimiento de agua), de confort (calefacción o refrigeración); como requerimiento intermedio porque es utilizada por las actividades del sistema productivo, orientadas a la satisfacción de las necesidades sociales.

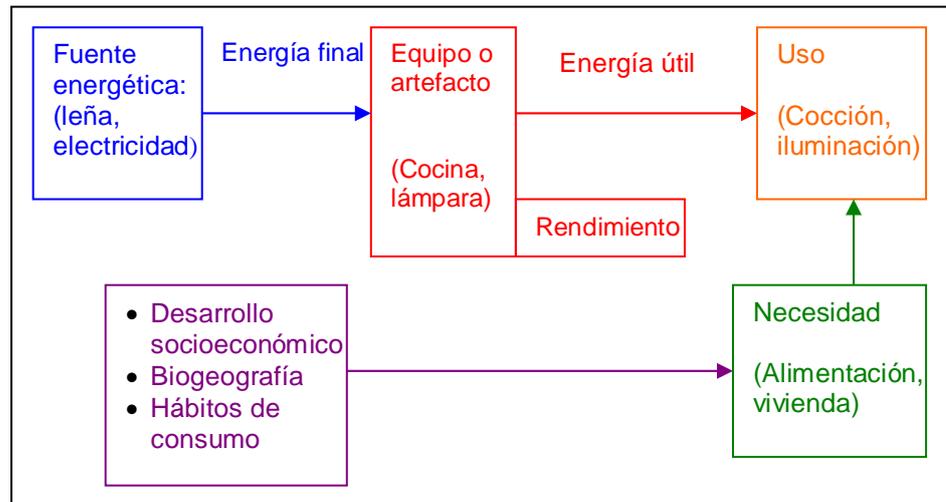
2.6.12 LOS USOS ENERGÉTICOS - ENERGÍA FINAL Y ÚTIL

Bouille D. (2004) establece que la utilización de la energía para satisfacer necesidades sociales se concretiza o materializa por medio de los usos energéticos.

Considerando lo anterior y para fines del trabajo, el uso energético relaciona la dimensión del sistema socioeconómico y la dimensión física del sistema energético, porque permite expresar los requerimientos caracterizándolo en sus diversas componentes físicas y las condiciones de utilización.

A manera de ejemplo se muestran los usos energéticos del sector residencial: iluminación, climatización (calefacción, ventilación y/o refrigeración), cocción, conservación de alimentos, calentamiento de agua, bombeo de agua y esparcimiento, ver figura 2.9.

Figura 2.9 Usos energéticos (energía final y útil)



Fuente: Economía de la Energía (2004)

El equipamiento energético es la componente técnica que conjuntamente con una fuente energética hace posible la realización del uso, ya que no hay utilización posible de la energía sin recurrir a algún tipo de equipamiento.

En cuanto a la cuantificación de los requerimientos en los diferentes usos, es necesario precisar la forma en que se mide o contabiliza la energía, puede ser energía útil o energía final.

De acuerdo al glosario de términos de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la energía final (EF) es aquella que se pone a disposición del consumidor, la fuente energética debe sufrir una transformación para conseguir la forma de energía apta para el uso que requiere el consumidor; la energía útil (EU) es aquella energía de que dispone el consumidor luego de su última conversión a la salida de sus aparatos para la

producción de un bien o la necesaria para la satisfacción de una necesidad.

2.6.13 EFICIENCIA ENERGÉTICA:

Según el glosario de términos del centro de promoción de energía sostenible (ESMAP), “Eficiencia Energética es el conjunto de acciones que permiten el ahorro de energía en todos sus tipos: eléctrica, térmica, etc.”

Existen dos tipos de eficiencia, una eficiencia de producción y una eficiencia de uso, el producto de estas eficiencias originará una eficiencia global. El producto de la eficiencia global por la demanda final o energía final, resulta la demanda útil o energía útil, y la diferencia entre ambas constituye las pérdidas (ver ecuación 2.8), esta relación de energías (final y útil) puede desagregarse por subsectores, por productos y por usos.

$$E_u = E_f \times R \quad (2.8)$$

Dónde:

E_u : energía útil **(unidades energéticas)**

E_f : energía final **(unidades energéticas)**

R : rendimiento o eficiencia energética **(%)**

En algunos trabajos sobre la demanda energética que alcanzan el nivel de energía útil, se trabaja con eficiencias adoptadas provenientes de catálogos de fabricantes. Estas aproximaciones son suficientes si la proyección de la demanda

está dirigida a enfatizar los mecanismos de sustitución de las distintas fuentes.

En otras ocasiones, se trabaja con eficiencias medidas, las cuales aunque son preferibles a las adoptadas, poseen la limitación del elevado costo de los procedimientos de medición. Las auditorías energéticas que revelen los parámetros termodinámicos de las plantas industriales constituyen la única manera de medir eficiencias. La utilización de eficiencias medidas es necesaria si se quiere poner de manifiesto los mecanismos de conservación o uso racional de energía (URE).

En el cuadro 2.10 se muestran las eficiencias promedio para el uso cocción por fuentes de energía (comercial y no comercial).

Cuadro 2.10 eficiencias energéticas promedio para la cocción

Fuentes comerciales	Eficiencia	Fuente no comerciales	Eficiencia
Leña	10.8%	Kerosene	29.2%
Bosta & yareta	11.6%	Gas natural	65.0%
Carbón vegetal	6.3%	GLP	60%
Solar	40%	Electricidad	67.8%

Fuente: Balance nacional de energía 2005

2.6.14 SISTEMA ENERGÉTICO

Bouille D. (2004) establece que el sistema energético puede verse como una sucesión de actividades que a partir de una cierta dotación de recursos naturales, permite satisfacer los requerimientos de energía de una sociedad, ya sean aquellos

derivados del estilo de vida de su población como los asociados a la actividad económica productiva.

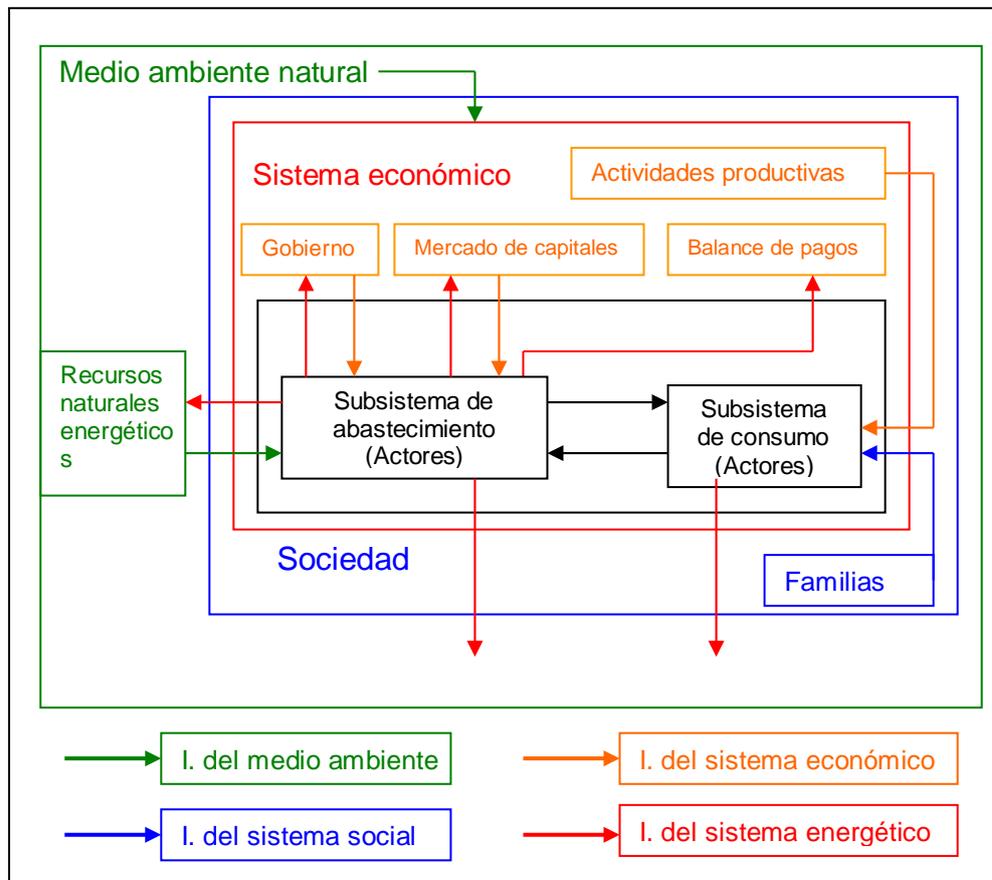
Considerando lo anterior y para fines del trabajo el sistema energético se representará como un conjunto de “cadenas energéticas” respondiendo cada una de ellas a una fuente determinada en las cuales se puede trazar la circulación de flujos desde los recursos hasta su utilización, y permite analizar la viabilidad técnica de las diferentes opciones de funcionamiento del sistema.

El sistema energético tiene dos grandes subsistemas que son el abastecimiento y el consumo, también tiene segmentos que son: las reservas, la producción, transformación, comercialización y el consumo.

Cada una de las componentes físicas del subsistema tiene componentes de carácter económico, institucional y ambiental que forman parte del mismo.

En la componente económica se consideran (precios, costos, inversiones, etc.), en la componente institucional se consideran (empresas, regulaciones, grupos de interés) y en la componente ambiental se consideran (contaminación, impactos sociales y culturales, etc.) que también forman parte del mismo, ver figura 2.10.

Figura 2.10 Interrelaciones del sistema energético nacional



Fuente: Curso virtual de Economía de la energía- OLADE

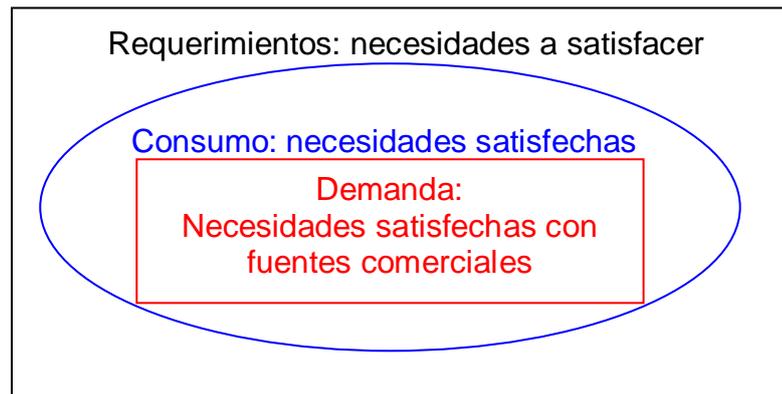
2.6.15 RELACIÓN ENTRE REQUERIMIENTOS-CONSUMO-DEMANDA

De acuerdo a las definiciones dadas anteriormente, es conveniente relacionar estos conceptos. El consumo es la fracción del total que realmente se materializa en la satisfacción de una necesidad, se puede establecer una relación entre los tres conceptos que debe tomar los siguientes órdenes:

$$\text{REQUERIMIENTO} \geq \text{CONSUMO} \geq \text{DEMANDA}$$

En términos absolutos los requerimientos pueden ser mayores o iguales que el consumo y éste, a su vez, mayor o igual a la demanda como se esquematiza en la figura 2.11.

Figura 2.11 Requerimientos, consumos y demanda de energía



Fuente: Energía y desarrollo sustentable en América Latina - 2008

2.6.16 INDICADORES ENERGÉTICOS

SCHIPPER (2001), establece que los indicadores energéticos tienen el objetivo de identificar las relaciones existentes entre las actividades humanas y el uso de la energía.

La publicación: "Indicadores energéticos del desarrollo sostenible" (OIEA-2008) establece que los indicadores energéticos ofrecen al analista o tomador de decisiones informaciones que le sirven de base para seleccionar los combustibles energéticos y las tecnologías para la producción, suministro y utilización de servicios relacionados con la energía.

Los indicadores energéticos no son sólo datos estadísticos, su evolución temporal refleja los progresos realizados hacia la consecución de un desarrollo sustentable.

En un indicador energético dado, es posible que un mismo valor no signifique lo mismo para dos países diferentes, el significado del indicador dependerá del grado de desarrollo de cada país, de la naturaleza de su economía, de su geografía y de la disponibilidad de recursos energéticos nacionales.

De acuerdo a la tesis “Utilização de indicadores energéticos no planejamento energético integrado” establece que los indicadores energéticos están directamente asociados al objetivo de análisis.

Para el desarrollo del presente trabajo se puede clasificar a los indicadores energéticos en tres sectores o dimensiones: sociales, económicas y tecnológicas. En el anexo A1 se muestran los indicadores energéticos con sus respectivos componentes.

A) Indicadores energéticos sociales:

Los ingresos restringidos pueden obligar a los hogares a utilizar combustibles tradicionales y tecnologías ineficientes, y el tiempo que se tarda en buscar y recoger leña es un tiempo no dedicado a cultivar los campos o a otras formas de trabajo. Normalmente los pobres tienen que gastar un elevado porcentaje de sus ingresos en combustibles energéticos indispensables como los necesarios para las tareas como la cocina y la calefacción.

Estos indicadores son claros marcadores de los progresos realizados por la vía del desarrollo, reflejan también una mejora de la situación de las mujeres, dado que son estas las que soportan la carga de buscar el combustible para la cocción en los países pobres.

a) **Porcentaje de hogares (población) sin electricidad o energía comercial o muy dependientes de energías no comerciales:** es el porcentaje de hogares (o de población) sin acceso a servicios de energía comercial incluida la electricidad, o muy dependientes de variantes de la energía tradicional no comercial, como la leña, los residuos agrícolas y el estiércol animal (bosta).

Unidad: **porcentaje (%)**.

b) **Uso de la energía por tipo de hogares:** indica el uso de la energía en hogares representativos de cada grupo.

Unidad:

Para energía: **tep^(3,h)/año-vivienda**

Para la electricidad: **kW.h/año-vivienda**

B) Indicadores energéticos económicos

a) **Uso de la energía per cápita:** es el uso de la energía en términos de suministro total de energía primaria (STEP),

^(3,h)Tonelada equivalente de petróleo (tep) 1 tep = 10⁷ Kcal.

consumo final total (CFT) y Consumo final de electricidad per cápita.

Unidad:(tep - per cápita) y/o (kW.h per cápita).

b) Uso de energía por unidad de PBI: más conocido como Intensidad energética (IE), es el ratio de suministro total de: energía primaria (STEP), consumo final total (CFT) y el uso de la electricidad respecto al PBI.

Unidades: **tep/US\$ ó kW.h/US\$.**

Shipper 2001, afirma que la intensidad energética por si sola como herramienta para la formulación de políticas, análisis y proyecciones del consumo energético puede llevar a resultados equivocados.

Para el desarrollo de la presente tesis, la intensidad energética es un indicador usado para evaluar la relación existente entre el uso de la energía y el nivel de crecimiento económico de una nación (razón uso de la energía y el producto bruto interno), su finalidad es indicar el aporte de energía necesario para la producción de una unidad económica en un determinado período de tiempo.

En este trabajo de tesis se calculan las intensidades energéticas por cada uso energético (combustibles para motor, uso específico de electricidad y usos térmicos) para cada subsector como se indica en la (ecuación 2.9).

$$IE_s = \frac{CE_s}{Y_s} \quad (2.9)$$

Dónde:

IE_s: (IE) del uso energético / subsector **(kW.h/US\$)**

CE_s: Consumo de energía del uso
Energético/ subsector **(kW.h)**

Y_s: valor del PBI por subsector **(US\$)**

La intensidad energética promedio del sector será igual a la sumatoria de los productos de las intensidades energéticas de los usos energéticos de cada subsector y la participación en porcentaje del valor agregado (VA) de cada subsector como se muestra en la ecuación (2.10).

$$IE_p = \sum_{s=i}^n (IE_s \times \frac{Y'_s}{100}) \quad (2.10)$$

Dónde:

IE_P : IE promedio del uso energía/Sector **(kW.h/US\$)**

IE_s : (IE) del uso energético / subsector **(kW.h/US\$)**

Y'_s : participación del subsector en el
PBI nacional **(%)**

c) Eficiencia de la conversión y distribución de la energía:

es la eficiencia de la conversión y distribución de la energía, incluida la eficiencia de los combustibles fósiles para la generación de electricidad, eficiencias de la refinación de petróleo y las pérdidas producidas durante la transmisión de electricidad y el transporte de gas.

Unidad: **porcentaje (%)**

d) Intensidades energéticas en la industria: es el uso de la energía por unidad de valor agregado en el sector industrial y otras similares de alto consumo de energía.

Unidad: **tep/US\$ ó kW.h/US\$.**

e) Intensidades energéticas en el sector agricultura: es el uso de la energía por unidad de valor agregado en el sector agrícola.

Unidad: **tep/US\$ ó kW.h/US\$.**

f) Intensidades energéticas en el sector comercial y servicios: es el uso de la energía por unidad de valor agregado de los servicios y comercial o por superficie construida.

Unidad:

Para la energía final: **tep/US\$**

Para la electricidad: **kW.h/US\$**

Para la electricidad: **kW.h/m² de superficie construida**

g) Intensidades energéticas en el sector residencial: es la cantidad de energía usada en el sector residencial por persona u hogar o por unidad de superficie edificada.

También es la cantidad de energía utilizada por uso final residencial por persona o por hogar o por unidad de superficie construida o por aparato electrodoméstico.

Unidades:

- Para la energía final: **tep**
- **kW.h/ per cápita.**
- **kW.h/m² ó kW.h/hogar.**
- **tep y kW.h de electricidad para calefacción/m²**
- **kw.h de iluminación/m²**
- **tep y kw.h para preparación de alimentos del hogar**
- **tep y kw.h para el calentamiento de agua per cápita**
- **Unidad de consumo de electricidad para los aparatos electrodomésticos.**

h) Intensidades energéticas en el sector transportes: es el uso de la energía por unidad de carga/kilómetro transportada y por unidad de pasajero/kilómetro desplazado por modalidad. Se obtiene dividiendo el consumo de energía final del combustible entre el producto del nivel de actividad por la carga transportada o el número de pasajeros y el poder calorífico del combustible, ver ecuación 2.11.

$$IE_T = \frac{CE_f}{N \times h_f} \quad (2.11)$$

Dónde:

IE_T : intensidad energética del combustible para:

El transporte de carga **(l/100tkm)**

El transporte de pasajeros **(l/100pkm)**

CE_f : consumo de energía final del combustible. **(tep)**

N: nivel de actividad del transporte de carga **(tkm)**

N: nivel de actividad del transporte pasajeros **(pkm)**

h_f : poder calorífico del combustible **(tep/l)**

C) Indicadores energéticos tecnológicos

a) Porcentajes de combustibles en la energía y la

electricidad: conocidos también como penetración de los portadores energéticos, es la estructura del suministro de energía en términos de porcentaje de los combustibles energéticos en el suministro total de energía primaria (STEP), consumo final total (CFT) y generación de electricidad y capacidad de generación.

La penetración de portadores energéticos en el mercado y las eficiencias promedio son utilizadas para convertir la demanda de energía útil en demanda de energía final.

Unidad: **porcentajes (%)**.

b) Porcentajes de energías renovables en la energía y la

electricidad: es el porcentaje de las energías renovables en el suministro total de energía primaria (STEP), consumo final total (CFT) y generación de electricidad y capacidad de generación (con exclusión de la energía no convencional).

Unidad: **porcentajes (%)**.

2.6.17 INDICADORES ENERGÉTICOS AUXILIARES

La interpretación de los indicadores energéticos exige el uso de una serie de estadísticas auxiliares que miden, por ejemplo la demografía, la riqueza, el desarrollo económico, el transporte, la urbanización, etc. Algunas de estas estadísticas abarcan:

D) La población (personas)

E) PBI / PBI per cápita (millones de US\$)

F) Participación del PBI por sectores (%)

G) Distancia recorrida per cápita: es la distancia promedio recorrida por cada persona o modo de transporte en un determinado tiempo (día o año) dentro de una ciudad o en entre ciudades.

Unidad:

Para los modos de transporte (km/aut/año)

Para las personas dentro de la ciudad (km/persona/día)

Para las personas entre ciudades (km/persona/año)

H) Nivel de actividad del transporte: este indicador se obtiene multiplicando el número de toneladas o pasajeros por la distancia media recorrida del vehículo correspondiente.

En el transporte de carga este indicador energético permite comparar y determinar el nivel total de carga producido por vehículos de distintas capacidades de carga con distintos recorridos medios. Es decir 1000 tkm será cuando un vehículo de carga ligero (camioneta) de 10 toneladas recorre 100

kilómetros de recorrido medio o cuando otro vehículo de mayor capacidad (camión) de 100 toneladas recorre 10 kilómetros de recorrido medio. Como se puede observar el nivel de actividad de ambos es el mismo y la suma de estos será el nivel de actividad total de estos dos sistemas de transporte de carga.

Unidad:

Para el transporte de carga **(tkm)**

Para el transporte de pasajeros **(pkm)**

I) Superficie edificada per cápita: este indicador da el tamaño promedio de la vivienda por tipo de sector (rural o urbano).

Unidad: **(m²)**

J) Requerimiento específico de calor y calefacción: este indicador da referencia de la cantidad de energía que se requiere para cubrir los usos de calefacción y aire acondicionado en el sector residencial y servicios.

Unidad:

Para las viviendas **(kW.h/vivienda/año)**

Para los servicios **(kW.h/m²/año)**

K) Cobertura eléctrica: este indicador mide la cantidad de usuarios realmente conectados al servicio eléctrico y el número de lotes o usuarios potenciales.

Unidad: **porcentajes (%)**.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN DEL MAED_D

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL MODELO MAED_D

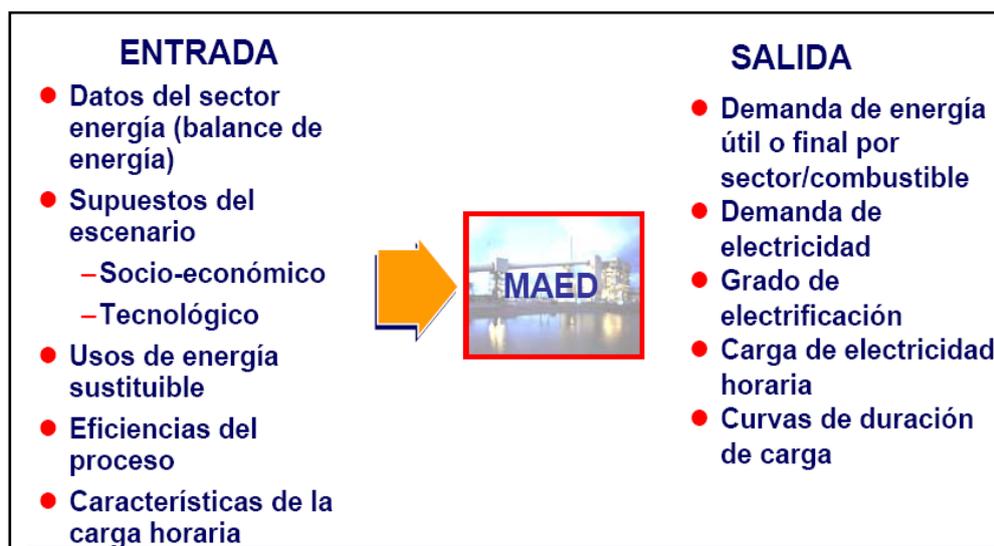
El MAED es un modelo de simulación (no de optimización) aplicable a mediano y largo plazo (no aplicable a corto plazo) basado en el enfoque de escenarios (no econométrico). Este modelo consta de dos módulos: el módulo MAED_D (evaluación de la demanda de energía) y el módulo MAED_EL (carga eléctrica y curva de duración de carga).

El MAED_D (módulo 1) está diseñado para reflejar los cambios estructurales en la demanda de energía de un país en el mediano y largo plazo. La demanda de energía se desagrega en un gran número de categorías de uso final; cada una corresponde a un servicio dado o a la producción de cierto bien, la naturaleza y el nivel de la demanda de bienes y servicios son una función de varios factores en los que se incluyen el crecimiento de la población, el número de habitantes por vivienda, el número de equipos electrodomésticos usados en los hogares, la movilidad de la población, las preferencias de modos de transporte, las prioridades nacionales para el desarrollo de ciertas

industrias o sectores económicos, la evolución de la eficiencia de ciertos tipos de equipamiento, la penetración de nuevas tecnologías o formas de energía en el mercado y las tendencias futuras que se esperan para estos factores determinantes, que en su conjunto constituyen los “escenarios”, los cuales son calculados externamente y después introducidos al modelo.

En la figura 3.1 se muestran las entradas y salidas principales del modelo MAED.

Figura 3.1: Entradas y salidas principales del MAED



Fuente: Manual de usuario MAED-2 OIEA (2007).

3.2. METODOLOGÍA DEL MAED_D

La metodología del modelo MAED está basada en el enfoque de escenarios consistentes en posibles patrones de desarrollo del país en el mediano y largo plazo, caracterizado en términos de la visión política, socioeconómica y gubernamental.

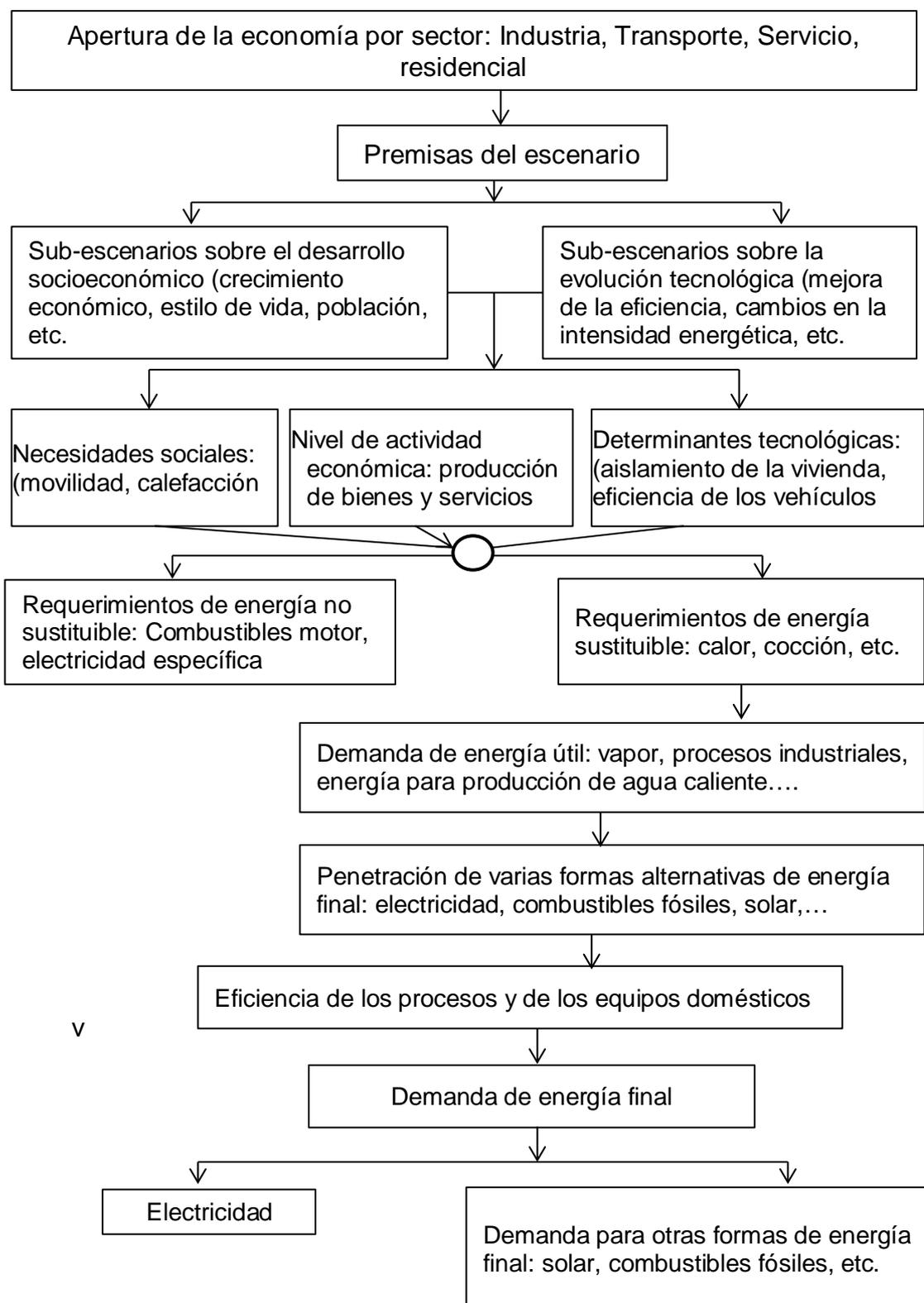
Siguiendo este enfoque el planificador puede hacer supuestos acerca del patrón de desarrollo social, económico y tecnológico a partir de las tendencias actuales y de los objetivos gubernamentales. Esta consistencia tiene que ser ejercida por el planificador mientras formula los posibles escenarios de desarrollo.

La metodología incluye la siguiente secuencia de operaciones:

- Desagregación de la demanda de energía total del país en un gran número de categorías de uso final de una manera coherente.
- Identificación de los parámetros sociales, económicos, tecnológicos que afectan cada categoría de uso final de la demanda de energía.
- Establecimiento en términos matemáticos de las relaciones entre la demanda energía y los factores que la afectan.
- Escritura de escenarios (consistentes) de desarrollo social, económico y tecnológico para el país.
- Evaluación de la demanda de energía resultante de cada escenario.
- Selección del patrón más probable de desarrollo para el país entre todos los posibles escenarios propuestos.

La demanda de energía es calculada en función de un posible escenario de desarrollo que abarca dos tipos de elementos: el primero está relacionado con el sistema socioeconómico y el segundo con los factores tecnológicos como se muestra en la figura 3.2 a continuación.

Figura 3.2: Esquema metodológico del MAED



Fuente: Manual de usuario MAED-2 OIEA (2007).

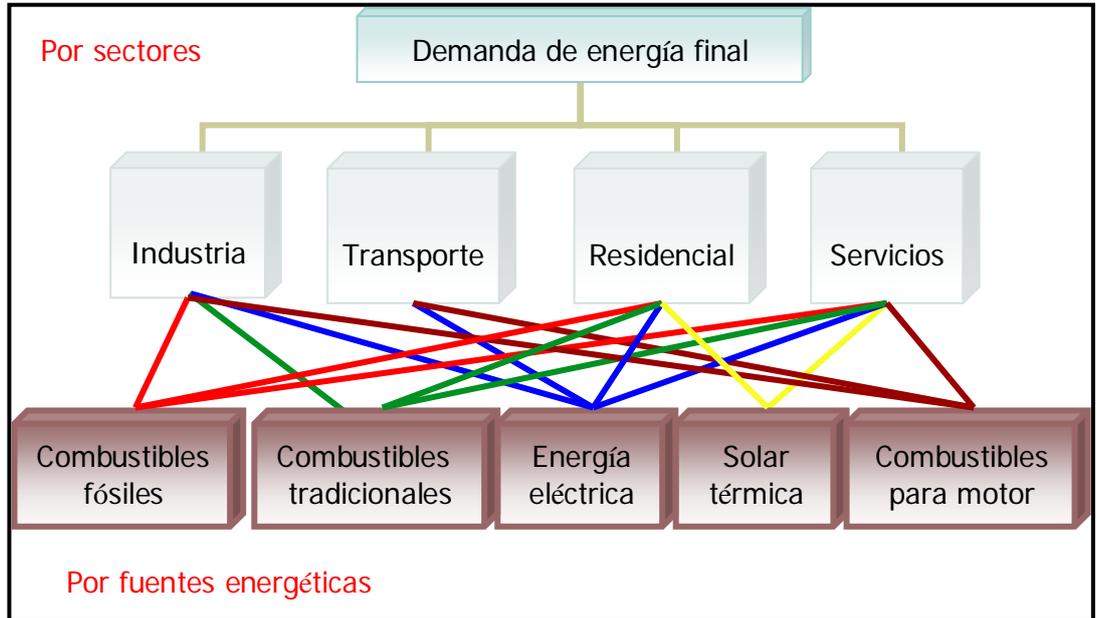
Debe notarse que en el modelo, la demanda de los consumidores finales es (en medida que sea posible) siempre es calculada en términos del servicio realizado (energía útil) en oposición a la cantidad de energía suministrada (energía final). Esta diferenciación entre la demanda de energía expresada en términos de energía útil y final permite un mejor estudio de la sustitución entre formas de energías disponibles, así como la valoración de la evolución de las mejoras tecnológicas en el equipamiento y electrodomésticos utilizados por los consumidores finales.

3.3. PROCEDIMIENTO DE CALCULO

El MAED_D calcula la demanda de energía total para cada categoría de uso final, agregando los sectores económicos dentro de cuatro sectores consumidores de energía fundamentales: industria (que incluye Agricultura, Construcción, Minería y Manufacturero), Transporte, residencial y Servicio. Al mismo tiempo provee una manera sistemática de cálculo para evaluar el efecto sobre la demanda de cualquier cambio de naturaleza económica o en el nivel de vida de la población.

En la figura 3.3 se muestra el consumo de energía de cada sector energético desagregado en términos de energía final por usos y fuentes (energía eléctrica, combustibles fósiles y tradicionales, energía solar térmica y combustibles para motor). Mientras que el desarrollo detallado del consumo de energía de cada sector por categoría de uso final se muestran en las figuras 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8 respectivamente.

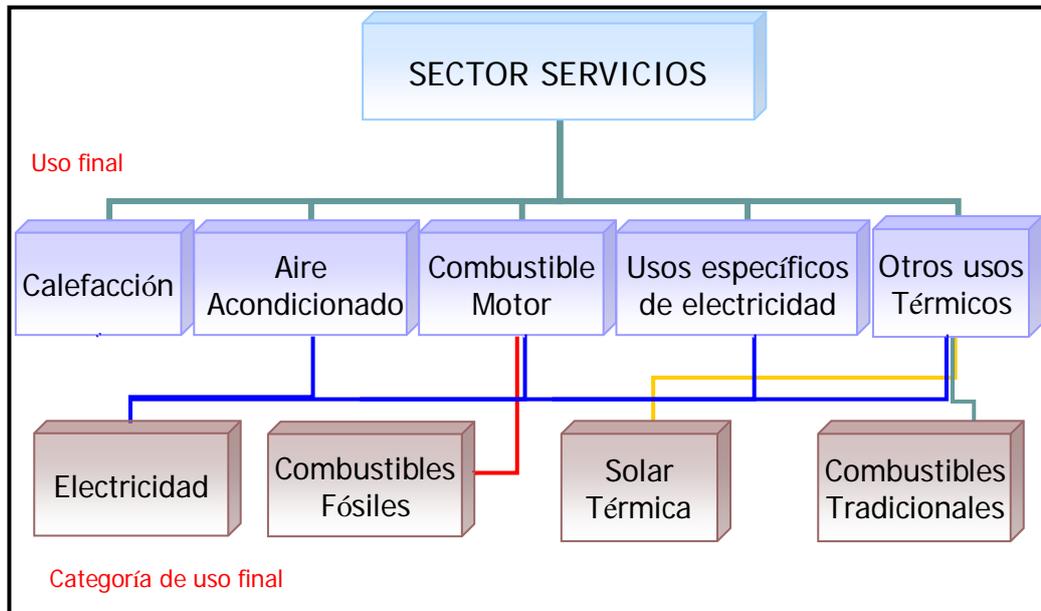
Figura 3.3 Estructura de la demanda de energía de los sectores por usos



Fuente: Elaboración propia basado en el BNE 2010 (OGP – MEM)

En la figura 3.4 se muestra la estructura de la demanda de energía final del sector servicios desagregada por usos y categorías de uso final.

Figura 3.4 Estructura de la demanda del sector servicios



Fuente: Elaboración basado en el manual del usuario MAED_D

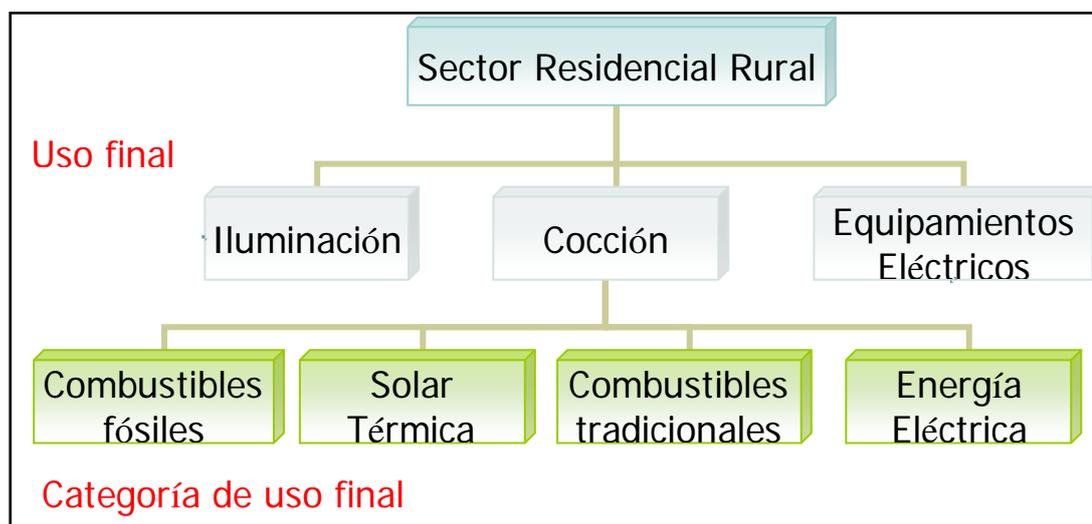
En las figuras 3.5 y 3.6 se muestran la estructura de la demanda de energía del sector residencial urbano y rural por usos y categorías de uso final.

Figura 3.5 Demanda por subsectores del sector residencial urbano



Fuente: Elaboración basado en el manual del usuario MAED_D

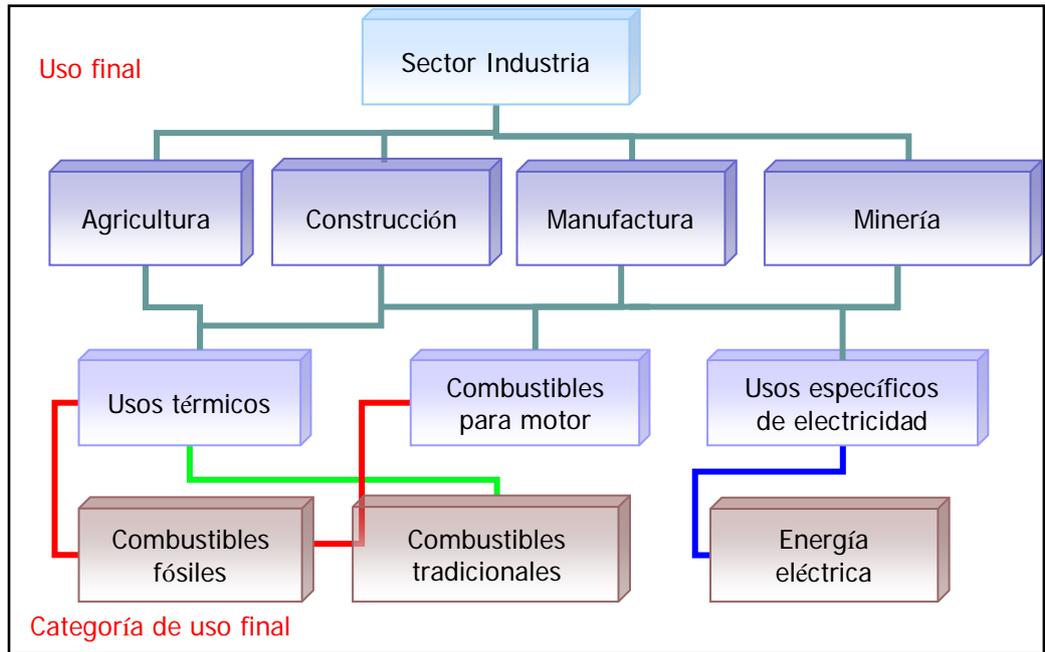
Figura 3.6 Demanda por subsectores del sector residencial rural



Fuente: Elaboración basado en el manual del usuario MAED_D

En la figura 3.7 se muestra la estructura de la demanda de energía del sector industria por usos y categorías de uso final.

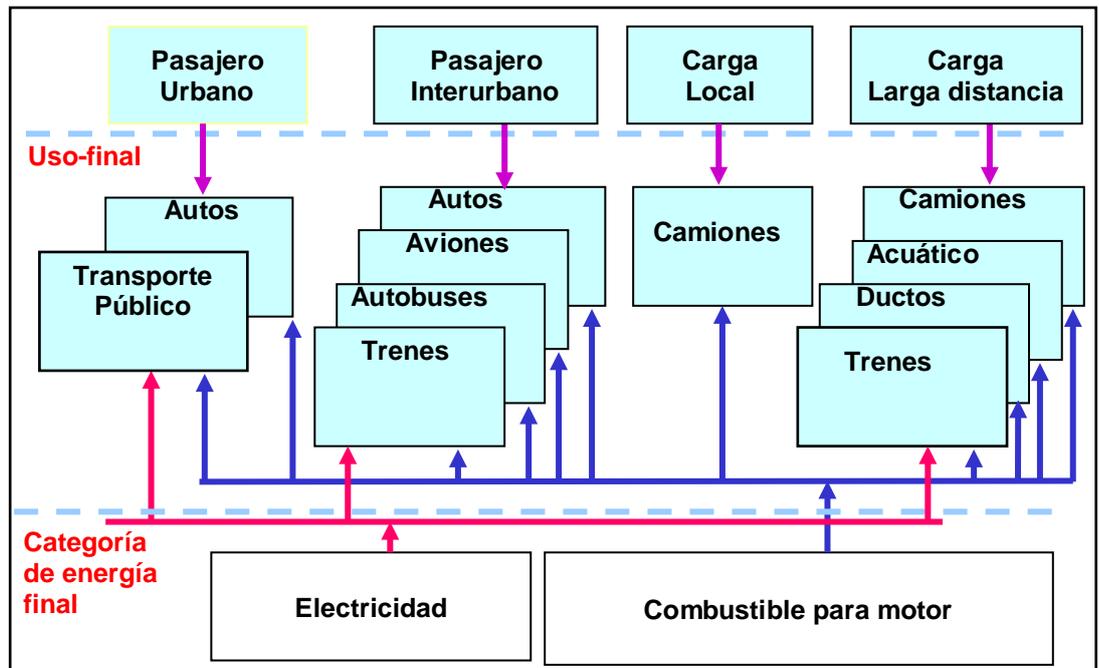
Figura 3.6 Demanda por subsectores del sector industria



Fuente: Elaboración basado en el manual del usuario MAED_D

En la figura 3.8 se muestra la estructura de la demanda de energía del sector industria por usos y categorías de uso final.

Figura 3.8 Demanda por subsectores del sector industria



Fuente: Elaboración basado en el manual del usuario MAED_D

CAPÍTULO IV

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

4.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las fuentes de información utilizadas para el desarrollo de esta tesis son resultados de estudios de los sectores económicos y sociales realizados por los diferentes ministerios, consultoras nacionales y extranjeras, encuestadoras y empresas del sector energético.

Las fuentes de información consultadas son las siguientes: Ministerio de Energía y Minas (Balances Regionales de Energía 2006, Balance Nacional de energía 2000 al 2009, Balance Nacional de energía Útil 1998), Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Plan Intermodal de Transportes - junio 2005), Municipalidad Metropolitana de Lima (Plan Maestro de Transporte Urbano - agosto 2005), Instituto Peruano de Estadística e Informática (Compendio Estadístico 2009), Banco Central de Reserva, encuestadoras Quanto e Ipemec.

Los indicadores del transporte y la industria (intensidades energéticas y factores de carga) se obtuvieron del sector transporte e industrial y se compararon con estudios internacionales para la región

como: La Agencia de Protección Ambiental (EPA), Organismo internacional de Energía Atómica (OIEA), National highway traffic safety administration (NHTSA), la Agencia Internacional de energía (IEA) entre otras. Todos los estudios mencionados tienen estadísticas de consumo y/o proyecciones de consumo del año 2009.

4.2 CLASIFICACIÓN Y SELECCIÓN DEL MODELO ENERGÉTICO

Los modelos más usados para determinar la demanda de energía en América y el mundo pueden ser clasificados en tres tipos de modelos: de usos finales, agregados de la economía y de equilibrio general. Cada uno de estos modelos puede generar resultados distintos debido a los supuestos que incorporan y al objetivo para el que fueron construidos.

4.2.1 MODELOS DE USOS FINALES (BOTTOM UP)

Estiman la demanda de energía considerando variables como: tasas de crecimiento, cambio tecnológico y patrones de consumo. Los consumos finales de cada sector se agregan para determinar la demanda nacional de energía por usos de energía y por tipos de combustible para producirla, obteniéndose así un vector que representa la demanda total de combustible, para la producción de energía primaria y secundaria.

La oferta de energía del país se estima a partir de las plantas productoras de energía, tanto refinerías y plantas de gas como plantas generadoras de electricidad. La diferencia entre la demanda de energía y la oferta existente se resuelve añadiendo

la capacidad de producción. El software de este tipo más utilizado por organismos internacionales es el LEAP (long-range energy alternatives planning system) que es un modelo energético-ambiental basado en escenarios, fue desarrollado por el Stockholm Environment Institute – Boston (SEI-B), su principal objetivo es brindar un soporte integrado y confiable, para el desarrollo de estudios de planeamiento energético integrado.

4.2.2 MODELOS AGREGADOS DE LA ECONOMÍA (TOP DOWN)

Los modelos agregados de la economía también denominados modelos deterministas parten de estimaciones de crecimiento del PBI tanto para la economía en su conjunto como para cada sector de la misma, y por medio de coeficientes de consumo de energía por unidad de producto previamente definidos, se obtiene el nuevo consumo de energía por sector y para la economía. Los supuestos detrás de estos tipos de modelos son: no hay cambio tecnológico; es decir, que los coeficientes de uso de energía por sector permanecen constantes a través del tiempo, el crecimiento económico es la fuerza única tras el uso de la energía, y otras variables económicas, como precios e ingresos, no tienen impacto alguno sobre el uso de energía. El modelo más utilizado de este tipo es el MODEMA (Modelo de demanda de energía), fue desarrollado en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA) y el Programa Universitario de

Energía (PUE) de la Universidad Autónoma de Méjico (UNAM). Las variables exógenas de este modelo son: PIB del país, población, intensidades energéticas para los sectores y subsectores, y el consumo de energía per cápita.

4.2.3 MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL

Los modelos de equilibrio general computable, son modelos macroeconómicos que simulan la interacción entre los distintos sectores (comercial, residencial, transportes, industrial y manufactura). La demanda de energía de cada sector se estima en función de los: precios relativos de la energía, precios de los demás bienes y servicios, ingresos de la economía (a nivel agregado y sectorial) y de un índice de eficiencia energética, generalmente determinado de manera exógena al modelo. La virtud de este tipo de modelos es que hace un análisis de equilibrio general, donde la información se retroalimenta al modelo y se llega a nuevas situaciones de equilibrio para toda la economía. Además permite hacer un análisis del impacto sectorial de distintas políticas que afectan el comportamiento del consumo de energía.

El modelo más utilizado de este tipo por organismos internacionales es el MAED_D (Modelo para el análisis de la demanda de energía), desarrollada originalmente por Messrs. B. Chateau y B. Lapillone (MEDEE: Modèled'Evolution de la

Demanded'Energie) del InstitutEconomiq ue et Jurique de l'Energie (IEJE) de la universidad de Grenoble, Francia y modificada por el OIEA quien después le denomino MAED_D.

4.2.4 SELECCIÓN DEL MODELO DE DEMANDA DE ENERGÍA

Se requiere un modelo que cumple con los siguientes requisitos:

- Relacione sistemáticamente la demanda de energía específica para producir bienes y servicios con los factores tecnológicos, económicos y sociales que afectan la demanda de energía.
- Sea un modelo vigente utilizado por organismos internacionales donde el Perú es miembro como: CEPAL^(4.a) y OIEA para trabajar con sistemas estandarizados que permiten el intercambio de información, sistemas modulares interconectados y comparación estadística.
- Que utilice un software disponible, con licencia y que tenga capacitación de especialistas que desarrollan dicha metodología aplicada en el software.

Por las razones antes mencionadas se selecciona el software denominado MAED_D para el desarrollo del presente trabajo. El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) lugar donde se desarrolló la presente tesis tiene el Software y cuenta con la

^(4.a)Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

capacitación de expertos del OIEA para la elaboración de planeamiento energético nacional.

4.3 PROCESAMIENTO DEL BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA

4.3.1 SELECCIÓN DEL AÑO BASE Y HORIZONTE DE ANÁLISIS

El año base escogido es el año 2010 considerando la disponibilidad de fuentes de información: (sociales, económicos y tecnológicos) que contienen datos estadísticos históricos y proyecciones de los mismos para ese año.

En los aspectos económicos, el año 2010 ha sido un año estable con un crecimiento promedio 6.4% y no hubo desastres naturales importantes que hayan afectado a la economía nacional a pesar de la los indicios de la crisis Europea.

El horizonte de análisis considera un periodo de 15 años desde el año base 2010 hasta el año 2025 porque el tiempo promedio de exploración y ejecución de proyectos energéticos son de 10 a más años, las inversiones en el sector energía son grandes y el periodo de recuperación es de mediano plazo (más de 5 años), las políticas energéticas son de largo plazo y patrones de consumo de la sociedad es muy difícil de cambiar en periodos cortos.

4.3.2 BALANCE ENERGÉTICO POR SECTORES

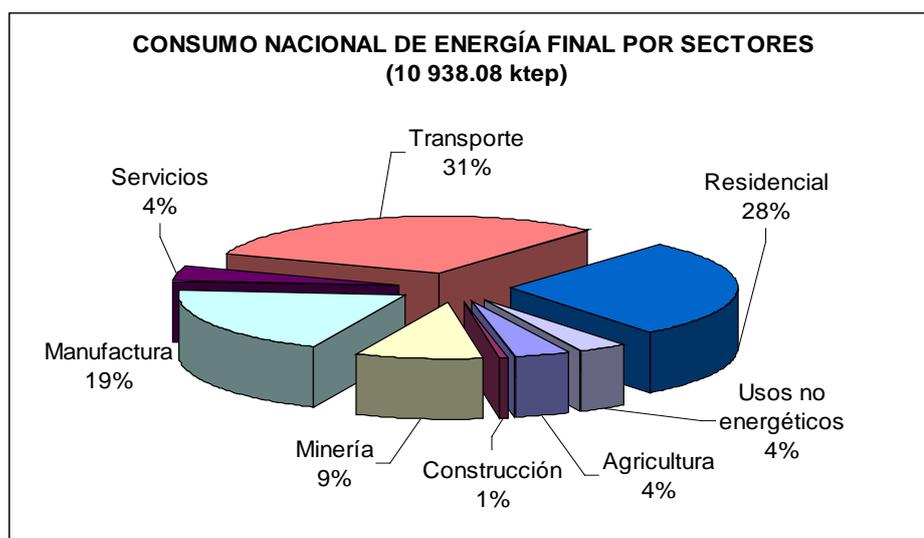
Para la elaboración del Balance Nacional de Energía (BNE-2005) por sectores, se desagrega el consumo nacional de energía en consumos de energía final, energía útil y eficiencias para cada sector, por tipos de usos y tipos de combustible utilizados como fuente energética.

La información obtenida de los balances regionales de energía (Anexo A2)^(4.b) fue ordenada de acuerdo al formato del BNEU (Anexo A3), este formato permite una mejor visualización del consumo de energía por usos y fuentes. A partir de este formato se han agrupado los combustibles y usos de acuerdo al formato MAED (ver procedimiento en los Anexos A4 y A5).

A continuación en la figura 4.1 se muestra el resumen del BNE por sectores económicos para el año base 2009, el consumo total de energía para el Perú fue de 10 938.08 (ktep), el sector que consume más energía es el transporte con el 31% seguido del sector residencial con 28%, el sector manufactura con 19%, minería con 9%, servicios, agricultura y usos no energéticos con 4 % cada uno y finalmente el sector construcción con solo el 1% restante.

Figura 4.1 consumo nacional de energía final por sectores (2005)

^(4.b)En el anexo A2 se muestra un fragmento de los resultados de la encuesta del Balance Regional de Energía 2006.



Fuente: OGP - MEM

En la Cuadro 4.1 se muestra el resumen del balance nacional de energía por fuentes energéticas y por usos para cada sector y subsector consumidor de energía^(4.c) considerado.

Se puede agrupar a los sectores agricultura, construcción, minería y manufactura en el sector industria, entonces la estructura de consumo de energía final abarcaría los grandes sectores industria, transporte, residencial y servicios.

^(4.c)El sector Residencial no es un sector productivo, pero sí un sector consumidor de energía.

CUADRO 4.1: RESÚMEN DEL CONSUMO NACIONAL DE ENERGÍA FINAL 2009 (KTEP)										
Sector	Carbón	Productos del Petróleo			GN	Electricidad		Sistemas solares	Combustibles tradicionales	Total
	Usos t.	Usos t.	Comb. motor	otros	Usos t.	Específicos	No específicos			
Agricultura	5.1	187.7	42.3	0.0	9.8	54.4	0.0	0.0	162.8	462.12
Agropecuario	0.1	0.2	12.2		0.0	28.6			20.0	61.09
Ingenios		23.3	0.0			11.4			142.8	177.57
Pesca Extractiva		0.7	25.2			1.7				27.72
Pesca Industria	5.1	163.4	4.8		9.8	12.7				195.75
Construcción			61.2			18.3			0.4	79.90
Minería	94.2	323.5	238.2		5.9	460.0				1,121.81
Manufactura	457.6	1,041.2	47.7	0.0	156.7	638.5	0.0	0.0	14.8	2,356.63
Hierro y Acero		10.6	1.9		35.7	16.4				64.64
Textiles y Calzado	0.2	183.2	4.5		12.6	174.9				375.28
Alimentos y Bebidas		248.6	9.1		22.4	114.2			1.5	395.70
Cemento	457.3	239.1	7.8			94.8				798.98
Resto Industrias	0.2	359.7	24.5		86.1	238.2			13.3	722.04
Servicios	0.0	76.7	2.0	54.0	0.9	233.4	141.7	4.3	19.7	532.75
Comercial y servicios		71.6	0.8	0.1	0.9	215.1	134.5	4.3	19.6	446.89
Público		5.1	1.2	53.9		18.3	7.3		0.2	85.86
Transporte			3,740.2			0.2				3,740.41
Residencial		678.6		17.0	0.1	461.2		42.1	2,213.1	3,412.32
Usos no energéticos				160.6					273.3	433.83
Total	462.8	1,984.3	3,832.2	231.6	167.5	1,387.7	141.7	46.4	2,683.8	10,938.08

Fuente: OGP - MEM

4.4 CALCULO DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Para calcular el consumo de energía por cada sector (E_s), es necesario haber calculado previamente las intensidades energéticas promedio de los usos energéticos para cada sector (ecuación 2.10) y las participaciones del PBI nacional para cada sector (ecuación 2.7). El cálculo del consumo final de energía se realiza por usos energéticos, el consumo final por sector será la sumatoria de todos consumos producidos por cada uso energético en el sector (ver ecuación 4.1).

$$E_s = \sum_{U=1}^U \left[\sum_{P=1}^n (IE_P \times Y_S) \times F \right] \quad (4.1)$$

Dónde:

IE_P : intensidad energética promedio del sector **(tep/US\$)**

Y_S : contribución del sector al PBI nacional **(US\$)**

F : factor de conversión para convertir a **GWa**.

El consumo nacional de energía final (E) es la sumatoria de todos los consumos energéticos de cada sector (ver ecuación 4.2).

$$E = \sum_{S=1}^N E_S \quad (4.2)$$

Dónde:

E_s : demanda de energía final por sector **(GWa)**

4.5 LA OFERTA TOTAL DE ENERGÍA

La oferta total de energía es la cantidad de energía (primaria y secundaria) disponible para satisfacer las necesidades energéticas del país, en los procesos de transformación y consumo.

La oferta interna bruta de energía (primaria o secundaria) está dado por: la suma de la producción ^(3.i), importación y la variación de inventarios menos la exportación y la energía no aprovechada ver (ecuación 4.3).

$$O = P_d + I_m \pm V_i - E_x - E_n \quad (4.3)$$

Dónde:

O:	oferta interna bruta de energía	(tep)
P _d :	producción	(tep)
I _m :	importación	(tep)
V _i :	variación de inventarios	(tep)
E _x :	exportación de energía	(tep)
E _n :	energía no aprovechada	(tep)

El ajuste estadístico energético (A) se utiliza para hacer compatibles los datos correspondientes a la oferta y consumo de energía proveniente de fuentes estadísticas diferentes ver (ecuación 4.4). En los ajustes se cuantifican el déficit o ganancias aparentes de energía producto de errores estadísticos, información y medida. El ajuste es negativo, si la oferta es mayor que el consumo y viceversa.

$$A = C - O - T_t - C_s - P_t \quad (4.4)$$

Dónde:

C:	consumo final	(tep)
----	---------------	--------------

^(3.i)Para la energía secundaria no se considera producción, ya que esta ha sido considerada en la energía primaria.

O:	oferta interna bruta de energía	(tep)
T _t :	total transformación	(tep)
C _s :	consumo propio del sector	(tep)
P _t :	perdidas de transformación, distribución y almacenamiento	(tep)

El balance de energía eléctrica está dado por la oferta (representada por la potencia efectiva del sistema interconectado nacional), la demanda (representada por la máxima demanda del SEIN) y la reserva que es la diferencia de las anteriores como se muestra en la (ecuación 4.5).

$$R_s = P_e - M_d \quad (4.5)$$

Dónde:

R _s :	reserva de energía del SEIN	(MW)
P _e :	Potencia efectiva del SEIN	(MW)
M _d :	máxima demanda del SEIN	(MW)

Nota: Según el MEM la reserva debe estar sobre los 27% para no tener cortes de suministro en las horas punta. En Colombia este valor es del 40% y en otros que sobrepasen los 50%.

4.6 PROYECCIÓN DE LOS FACTORES DIRECTORES

4.6.1 PROYECCIÓN DE LOS FACTORES DEMOGRÁFICOS

Las estadísticas de la población fueron extraídas de la publicación oficial de la segunda edición del perfil sociodemográfico del Perú (Lima, Agosto 2008). Esta edición incluye los resultados de los censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda. En el

cuadro 4.2 se muestra la población censada, omitida y total, según los censos realizados desde 1940 al 2007.

Cuadro 4.2 Población nacional según censos (1940 – 2010)

AÑO	POBLACIÓN		
	CENSADA	OMITIDA	TOTAL
1940	6207967	815144	7023111
1961	9906746	513611	10420357
1972	13583208	583356	14166564
1981	17005210	757021	17762231
1993	22048356	591087	22639443
2005 a/	26152265	1066999	27219264
2007	27412157	808607	28220764

a/ Censo de derecho o de jure. Se recopiló información de la población en su lugar de residencia.

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940, 1961, 1972, 1993, 2005 y 2007.

Para la proyección de los factores demográficos se ha tomado como referencia los factores demográficos del año base (2005), las proyecciones se realizan cada 5 años a partir del año base hasta el horizonte de análisis (2025). A continuación a modo de ejemplo se determinará los factores demográficos del año 2010 teniendo los siguientes datos: población del año 2005 (27 219264 habitantes), la tasa de crecimiento anual 0.870% (2005 – 2010) y 0.942% (2010-2030), participación de población urbana (75.165%), habitantes/casa del sector urbano (3.571), participación de la población rural (24.835%), habitantes/casa del sector rural (4.074), población en grandes ciudades (45.675%), PET (58.957%) y PEA (81.763%). Se aplicarán las ecuaciones 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 para obtener el tamaño de la población, número de viviendas urbanas, número de

viviendas rurales, población en grandes ciudades y la fuerza laboral activa total respectivamente obteniéndose los resultados siguientes:

$$P_{2010} = 27\ 219\ 264 \times \left(1 + \frac{0.870}{100}\right)^{(2010-2005)}$$

$$P_{2010} = 28\ 423\ 524$$

La población en el año 2010 será aproximadamente de 28.424 millones de habitantes.

$$V_{U(2010)} = \frac{28\ 423\ 524 \times \frac{75.165}{100}}{3.571}$$

$$V_{U(2010)} = 5\ 983\ 627$$

El número de viviendas en el sector urbano en el año 2010 será aproximadamente de 5.984 millones.

$$V_{R(2010)} = \frac{28\ 423\ 524 \times \frac{24.835}{100}}{4.074}$$

$$V_{R(2010)} = 1\ 732\ 691$$

El número de viviendas en el sector rural en el año 2010 será aproximadamente de 1.733 millones.

$$P_{G(2010)} = 28\ 423\ 524 \times 0.45675$$

$$P_{G(2010)} = 12\ 982\ 444$$

La población que residirá en grandes el año 2010 será aproximadamente de 12.982 millones de habitantes.

$$F_{LA(2010)} = 28\ 423\ 524 \times 58.975 \times 81.763$$

$$F_{LA(2005)} = 13\ 701\ 643$$

La fuerza laboral activa en el año 2010 será aproximadamente de 13.702 millones de habitantes.

De manera similar son calculados los distintos factores demográficos que requiere el modelo para el periodo de proyección (2015, 2020 y 2025). Los resultados obtenidos de las ecuaciones se muestran en el cuadro 4.3 (tabla 1 del modelo MAED_D), Además en el anexo A6 se muestra la población proyectada por departamentos para el periodo de proyección.

CUADRO 4.3 Proyección de los factores demográficos (2005 - 2025)

ITEM	Unidad	2005	2010	2015	2020	2025
Población	[millón]	27.219	28.424	29.788	31.218	32.716
Tasa de crecimiento	[% p. a.]	n. a.**	0.870	0.942	0.942	0.942
Población Urbana	[%]	74.294	75.165	76.452	77.840	79.023
Habitantes/casa	[cap]	3.700	3.571	3.446	3.325	3.209
N.º de Viviendas	[millón]	5.465	5.984	6.610	7.308	8.058
Población Rural	[%]	25.706	24.835	23.548	22.160	20.977
Habitantes/casa	[cap]	4.200	4.074	3.952	3.833	3.718
N.º de Viviendas	[millón]	1.666	1.733	1.775	1.805	1.846
Fuerza laboral potencial (PET)	[%]	57.240	58.957	61.905	65.000	68.250
Fuerza laboral trabajando (PEA)	[%]	80.160	81.763	83.398	85.066	86.768
Fuerza laboral activa	[millón]	12.489	13.702	15.379	17.261	19.374
% de Población en grandes ciudades	[%]	45.000	45.675	46.360	47.056	47.761
Población en grandes ciudades	[millón]	12.249	12.982	13.810	14.690	15.626

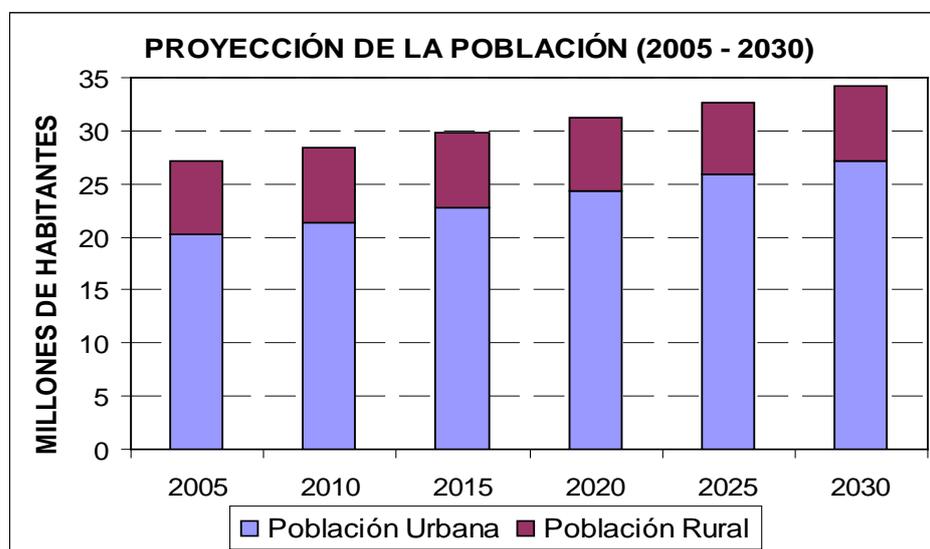
n. a. ** (no aplicable)

Fuente: Perfil sociodemográfico del Perú SEIN – INEI (Lima, Agosto 2008)

En el 2025 el número de viviendas en el país será de 8.058 millones y la población en grandes ciudades será de 15.626 millones de habitantes.

En la figura 4.2 se muestra el crecimiento de la población nacional (urbana y rural) para el período 2005 – 2030, se puede observar que la población rural crecerá menos, manteniéndose casi estable, mientras que la población urbana crecerá a un ritmo casi constante, lo que significa que aún habrá migración del campo a las ciudades por mejores condiciones de vida y esperanzas de desarrollo; la población total en el año 2030 será de 34.287 millones de habitantes.

Figura 4.2 Proyección de la población urbana y rural (2005 – 2030)



Fuente: Perfil sociodemográfico del Perú SEIN – INEI (2008)

4.6.2 PROYECCIÓN DE LOS FACTORES ECONÓMICOS

Para la realización de la proyección del PBI por escenarios en el periodo (2005 – 2025), se han tomado las estadísticas históricas

del PBI (precios en moneda constante 1994) del Compendio estadístico 2009 (INEI).

A continuación se determinará el valor del PBI del escenario medio para el año 2010, teniendo como dato el valor del PBI del año 2005 (67.614 mil millones US\$) y la tasa de crecimiento para dicho periodo (7.179%) se reemplaza estos valores en la ecuación 3.6 y se obtiene el siguiente resultado:

$$Y_{2010} = 67.614 \times \left(1 + \frac{7.179}{100} \right)^{(2010-2005)}$$

$$Y_{2010} = 95.627 \text{ mil millones de US\$ (1994)}$$

De manera similar aplicando la ecuación 3.6 se obtienen los valores del PBI para el período de proyección (2005 – 2030) para tres escenarios (alto, medio y bajo) con sus respectivas tasas de crecimiento anual. Para efectos de este estudio sólo se usará para el periodo (2005 – 2025) ver cuadro 4.4.

Cuadro 4.4 Proyección del producto bruto interno por escenarios

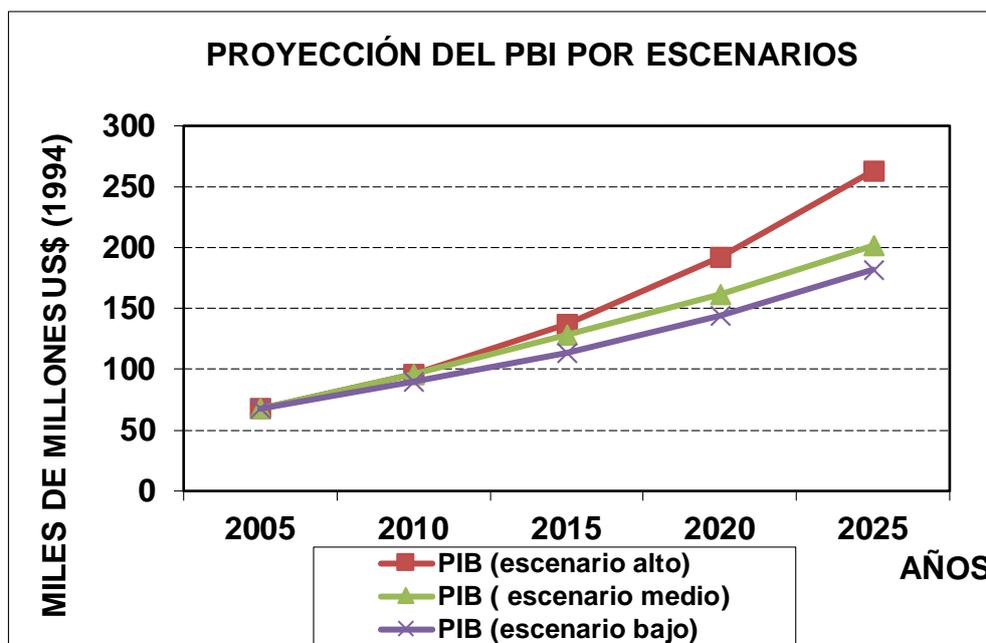
PBI (mil millones US\$ constantes - índice base 1994)						
Ítem	2005	2010	2015	2020	2025	2030
PIB (escenario alto)	67.614	95.627	137.241	191.922	252.950	320.265
Tasa de crecimiento (%)	n. a.	7.179	7.493	6.937	5.677	4.832
PIB (escenario medio)	67.614	95.627	128.224	161.754	201.575	251.199
Tasa de crecimiento (%)	n. a.	7.179	6.042	4.756	4.500	4.500
PIB (escenario bajo)	67.614	90.057	113.847	139.923	169.944	203.013
Tasa de crecimiento (%)	n. a.	5.900	4.800	4.211	3.964	3.620

n. a. ** (No aplicable)

Fuente: CUANTO – INEI

En la figura 4.3 se muestra las curvas de proyección del PBI por escenarios durante el periodo (2005 – 2025).

Figura 4.3 Proyección del PBI por escenarios periodo (2005 – 2025)



Fuente: CUANTO - INEI

A continuación se determinará la formación del PBI para el sector agricultura cuya participación es de 9.148% y del subsector agropecuario cuya participación es de 8.325% considerando el escenario medio o de referencia. Reemplazando valores en la ecuación 3.7 se obtienen los siguientes resultados.

$$Y_{AGRICULTURA} = 67\ 613.95 \times \frac{9.148}{100}$$

$$Y_{AGRICULTURA} = 6\ 185.32 \text{ millones de US\$ constantes (1994)}$$

$$Y_{agropecuario} = 67\ 613.95 \times \frac{8.325}{100}$$

$$Y_{agropecuario} = 5\ 629 \text{ millones de US\$ constantes (1994)}$$

En el cuadro 4.5 y figura 4.4. Se muestran los resultados del PBI nacional para el escenario medio desagregado por sectores y subsectores económicos para el periodo de proyección (2005 – 2030). La participación por subsectores para cada escenario se muestra en el anexo A7.

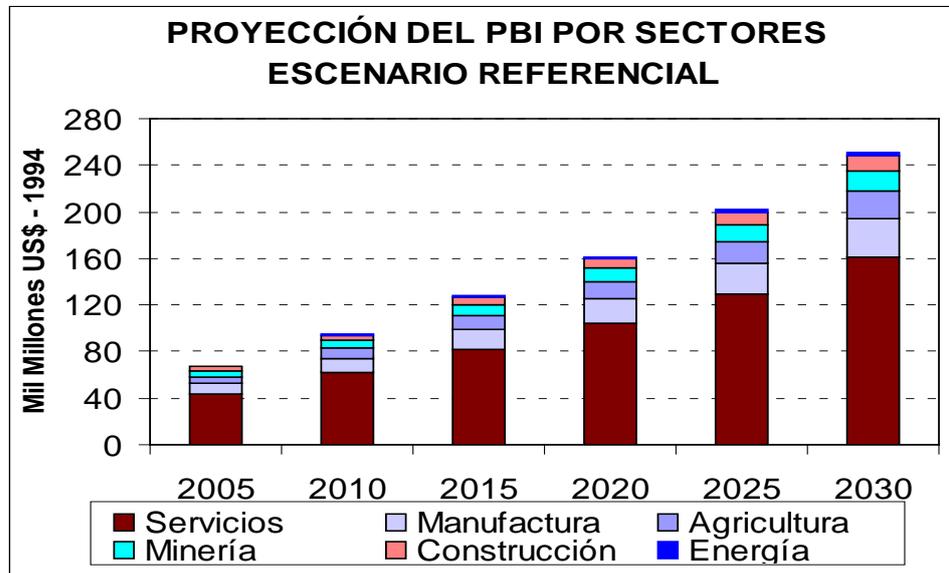
Cuadro 4.5 PBI escenario medio (mil millones de US\$ constantes 1994)

SECTORES	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Agricultura	6.185	8.748	11.730	14.797	18.440	22.980
Agropecuario	5.629	7.961	10.675	13.467	16.782	20.913
Ingenios	0.079	0.112	0.150	0.189	0.236	0.294
Pesca Extractiva	0.365	0.517	0.693	0.874	1.089	1.357
Pesca Industria	0.112	0.158	0.212	0.268	0.334	0.416
Construcción	3.307	4.677	6.271	7.911	9.859	12.286
Minería	4.898	6.927	9.289	11.717	14.602	18.197
Manufactura	8.935	12.636	16.944	21.374	26.636	33.193
Hierro y Acero (Sider)	0.054	0.076	0.101	0.128	0.160	0.199
Textiles y Calzados	1.675	2.369	3.176	4.007	4.993	6.222
Alimentos y Bebidas	2.805	3.967	5.319	6.710	8.361	10.420
Cemento	0.813	1.150	1.542	1.945	2.424	3.020
Resto de industrias	3.589	5.075	6.806	8.585	10.699	13.332
servicios	43.436	61.432	82.372	103.912	129.494	161.373
Comercio y servicios	41.975	59.365	79.601	100.417	125.138	155.944
Administración pública	1.461	2.067	2.771	3.496	4.356	5.429
Energía	0.853	1.207	1.618	2.041	2.544	3.170
Hidrocarburos y Energía	0.029	0.041	0.054	0.069	0.086	0.107
Refinería y Energía	0.825	1.166	1.564	1.973	2.458	3.063
PBI TOTAL	67.614	95.627	128.224	161.754	201.575	251.199

Fuente: INEI, CUANTO

Para este escenario medio el PBI nacional en el año 2030 será de US\$ 251.199 mil millones y los sectores con mayor participación serán el sector servicios con US\$ 161.373 mil millones y el sector manufactura con US\$ 33.193 mil millones.

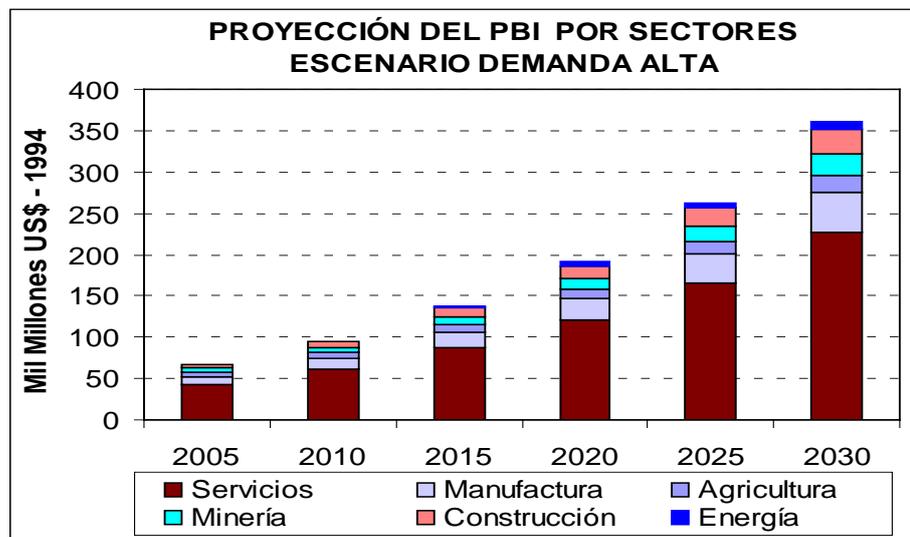
Figura 4.4 Proyección del PBI escenario referencial



Fuente: INEI, CUANTO

En la figura 4.5 y el cuadro 4.6 se muestra el PBI nacional para el escenario alto el PBI en el año 2030 será de US\$ 320.265 mil millones de dólares, los sectores con mayor participación serán: servicios con US\$ 205.741 mil millones, seguido del sector manufactura con US\$ 42.320 mil millones.

Figura 4.5 Proyección del PBI escenario de demanda alta



Fuente: INEI, CUANTO

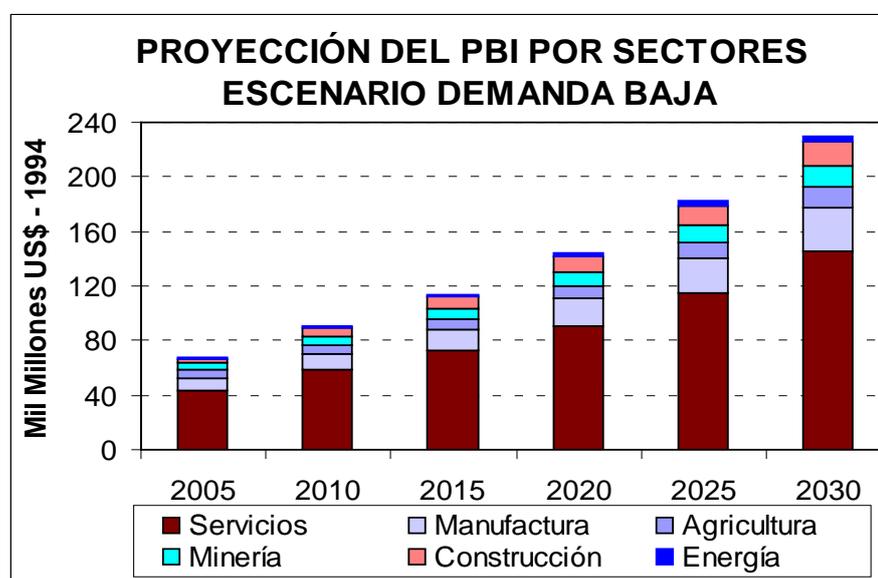
Cuadro 4.6 PBI escenario alto(mil millones de US\$ constantes 1994)

SECTORES	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Agricultura	6.185	8.748	12.555	17.557	23.506	29.298
Agropecuario	5.629	7.961	11.426	15.978	21.392	26.663
Ingenios	0.079	0.112	0.160	0.224	0.300	0.374
Pesca Extractiva	0.365	0.517	0.741	1.037	1.388	1.730
Pesca Industria	0.112	0.158	0.227	0.318	0.425	0.530
Construcción	3.307	4.677	6.712	9.387	12.567	15.664
Minería	4.898	6.927	9.942	13.903	18.613	23.200
Manufactura	8.935	12.636	18.135	25.361	33.953	42.320
Hierro y Acero	0.054	0.076	0.109	0.152	0.203	0.253
Textiles y Calzados	1.675	2.369	3.399	4.754	6.365	7.933
Alimentos y Bebidas	2.805	3.967	5.693	7.961	10.658	13.285
Cemento	0.813	1.150	1.650	2.308	3.089	3.851
Resto Industrias	3.589	5.075	7.284	10.186	13.638	16.998
Servicios	43.436	61.432	88.165	123.293	165.067	205.741
Comercio y servicios	41.975	59.365	85.199	119.145	159.515	198.820
Administración Pública	1.461	2.067	2.966	4.148	5.553	6.921
Energía	0.853	1.207	1.732	2.422	3.243	4.042
Hidrocarburos-Energía	0.029	0.041	0.058	0.081	0.109	0.136
Refinerías-Energía	0.825	1.166	1.674	2.341	3.134	3.906
TOTAL	67.614	95.627	137.241	191.922	256.950	320.265

Fuente: INEI, CUANTO

En el cuadro 4.7 y la figura 4.6 se muestra el PBI nacional para el escenario bajo. Para este escenario el PBI nacional en el año 2030 será de US\$ 203.013 mil millones y los sectores con mayor participación serán el sector servicios con US\$ 130.417.mil millones y el sector manufactura con US\$ 26.825 mil millones.

Figura 4.6 Proyección del PBI escenario de demanda baja



Fuente: INEI, CUANTO

Cuadro 4.7 PBI escenario bajo (mil millones de US\$ constantes 1994)

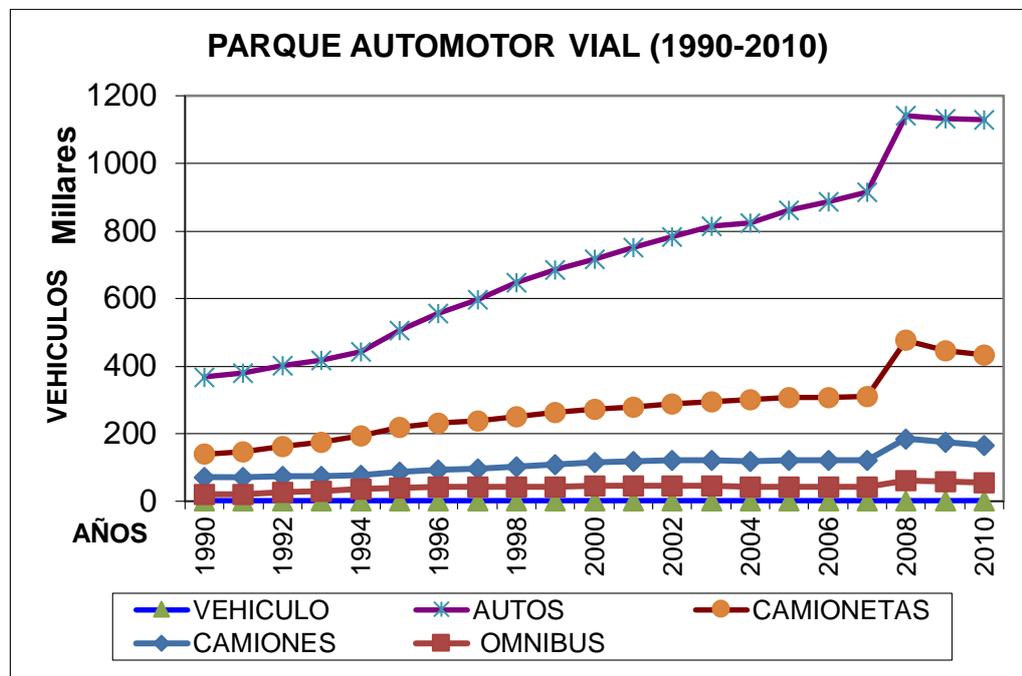
SECTORES	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Agricultura	6.185	8.238	10.415	12.800	15.546	18.572
Agropecuario	5.629	7.498	9.478	11.649	14.148	16.901
Ingenios	0.079	0.105	0.133	0.164	0.199	0.237
Pesca Extractiva	0.365	0.487	0.615	0.756	0.918	1.097
Pesca Industria	0.112	0.149	0.188	0.232	0.281	0.336
Construcción	3.307	4.405	5.568	6.844	8.312	9.929
Minería	4.898	6.524	8.247	10.136	12.311	14.706
Manufactura	8.935	11.900	15.044	18.489	22.456	26.826
Hierro y Acero	0.054	0.071	0.090	0.111	0.135	0.161
Textiles y Calzados	1.675	2.231	2.820	3.466	4.209	5.029
Alimentos y Bebidas	2.805	3.736	4.722	5.804	7.049	8.421
Cemento	0.813	1.083	1.369	1.682	2.043	2.441
Resto Industrias	3.589	4.780	6.042	7.426	9.020	10.775
Servicios	43.436	57.853	73.137	89.888	109.174	130.417
Comercio y servicios	41.975	55.907	70.676	86.864	105.501	126.030
Administración Pública	1.461	1.946	2.460	3.024	3.673	4.387
Energía	0.853	1.137	1.437	1.766	2.145	2.562
Hidrocarburos-Energía	0.029	0.038	0.048	0.059	0.072	0.086
Refinerías-Energía	0.825	1.098	1.388	1.706	2.073	2.476
TOTAL	67.614	90.057	113.847	139.923	169.944	203.013

Fuente: INEI, CUANTO

4.6.3 PROYECCION DEL PARQUE AUTOMOTOR

En la figura 4.7 se muestra la evolución histórica del parque vehicular nacional para el período (1990 – 2010), se observa que el uso de autos ha crecido más que los otros modos de transporte, en el año 1990 el número de autos era de 368 155 autos y en el año 2010 este número de autos ascendió a 1 128 971 autos.

Figura 4.7 Parque vehicular histórico (1990 – 2010)



Fuente: MTC - OGPP - DIRECCION DE INFORMACION DE GESTION
ELABORACION: OGPP - DIRECCION DE INFORMACION DE GESTION.

A continuación se muestra la proyección del parque automotor (2005 – 2030), para ello se toma dos escenarios de crecimiento: un escenario de crecimiento tendencial (cuadro 4.8) y otro escenario de crecimiento alto (cuadro 4.9). Las proyecciones que se muestran a continuación han sido extraídas del Plan Intermodal de Transportes (PIT) elaborado por la Dirección de información y gestión del

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y la proyección del consumo de GNV de la Cámara Peruana del gas natural vehicular (CPGNV).

Cuadro 4.8 Proyección vehicular (escenario tendencial)

Modo de transporte	PARQUE NACIONAL VEHICULAR POR MODOS DE TRANSPORTE					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Autos	956 680	1 128 971	1 778 743	2 575 360	2 928 363	3 466 603
Camionetas	306 354	432 041	421 450	505 024	563 920	633 593
Camiones	120 012	165 914	221 571	311 573	359 566	425 399
Ómnibus	43 666	54 608	56 731	65 950	728 75	80 838
PARQUE TOTAL	1 426 712	1 781 534	2 478 495	3 457 908	3 924 723	4 606 433
Población total*	27.219	28.424	29.788	31.218	32.716	34.287
Tenencia autos	28.452	23.013	16.747	12.122	11.172	9.891
Autos a gas	3494	54167	103276	151843	189878	226022

Fuente: MTC - OGPP - DIRECCION DE INFORMACION DE GESTION- CPGNV

* Población total en millones de habitantes

Cuadro 4.9 Proyección vehicular (escenario alto)

Modo de transporte	PARQUE NACIONAL VEHICULAR POR MODOS DE TRANSPORTE					
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Autos	956 680	1 278 639	1 951 958	3 062 812	3 448 372	4 135 422
Camionetas	306 354	358 687	460 100	584 762	660 561	757 128
Camiones	120 012	151 988	2 295 40	340 681	388 704	463 304
Ómnibus	43 666	49 103	605 16	73 731	82 313	92 903
PARQUE TOTAL	1 426 712	1 838 416	2 702 114	4061986	4579950	5 448 757
Población total*	27.219	28.424	29.788	31.218	32.716	34.287
Tenencia autos	28.452	22.230	15.261	10.193	9.487	8.291
Autos a gas	3 494	54 167	103 276	151 843	189 878	226 022

Fuente: MTC - OGPP - DIRECCION DE INFORMACION DE GESTION- CPGNV

* Población total en millones de habitantes

4.7 CÁLCULO Y EXTRACCIÓN DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS

4.7.1 INDICADORES DEL SECTOR INDUSTRIAL Y MANUFACTURA

Intensidad energética sectorial

Para el cálculo de la intensidad energética sectorial primero se determina la intensidad energética por subsectores y con estos resultados se calcula la intensidad energética promedio o sectorial.

A continuación se determina las intensidades energéticas por subsectores y la intensidad energética promedio de los combustibles para motor del sector agricultura cuyos subsectores son: agropecuario, ingenios, pesca extractiva y pesca industrial.

La intensidad energética de los combustibles para motor del subsector agropecuario se obtiene utilizando la (ecuación 2.9) con los datos del consumo de energía por subsectores (anexo A5) y el PBI por subsectores (tabla 4.5), el resultado es:

$$IE = \frac{12.2096 \times 10^3 \text{ tep} \times \frac{11630 \text{ Kwh}}{\text{tep}}}{6185.329 \times 10^6 \text{ US\$}}$$

$$IE = 0.0252 \frac{\text{Kwh}}{\text{US\$}}$$

De manera similar el resultado para los demás subsectores del sector agricultura se muestran en el cuadro 4.10.

Cuadro 4.10 Intensidad energética de los combustibles para motor

Subsector	Participación PBI (%) ^(*)	PBI (10 ⁹ US\$)	Intensidad energética (Kwh./US\$) – 2005 ^(**)
Agropecuario	91.007	5.629	0.0252
Ingenios	1.278	0.079	0.0001
Pesca extractiva	5.906	0.365	0.8036
Pesca industrial	1.809	0.112	0.5038

Fuente: OGP – MEM – INEI

Nota: los resultados de los demás subsectores se muestra en el anexo A8 (se muestra los datos y los resultados de cada subsector considerado).

(*) Datos extraídos del anexo A7, tabla A7.1, participación del PBI escenario medio.

(**) Datos extraídos del anexo A8, tabla A8.1, intensidades energéticas para la industria.

La intensidad energética promedio de combustibles para motor del sector agricultura se obtiene aplicando la (ecuación 2.10):

$$Ie_{Agricultura} = \frac{(0.0252 \times 91.007 + 0.0001 \times 1.278 + 0.8036 \times 5.906 + 0.5038 \times 1.809)}{100}$$

$$Ie_{Agricultura} = 0.0795 \frac{KWh}{US\$}$$

En el cuadro 4.11 se presenta un resumen de las intensidades energéticas utilizadas en la industria por sectores, subsectores y usos energéticos. En el anexo A8 se muestra con más detalle el cálculo de estos indicadores energéticos.

Cuadro 4.11 Intensidades energéticas en la industria (Kwh. /US\$)

Sector \ Usos	Combustibles para motor *	Uso específico de electricidad *	Uso térmico**
AGRICULTURA	0.080	0.102	0.454
Agropecuario	0.025	0.059	0.039
Ingenios	0.000	1.681	15.892
Pesca Extractiva	0.804	0.055	0.011
Pesca Industria	0.504	1.317	11.902
CONSTRUCCIÓN	0.215	0.064	0.001
MINERÍA	0.566	1.092	0.550
MANUFACTURA	0.062	0.831	1.347
Hierro y Acero	0.404	3.572	6.317
Textiles y Calzados	0.031	1.214	0.910
Alimentos y Bebidas	0.038	0.473	0.749
Cemento	0.112	1.356	5.718
Resto Industrias	0.079	0.772	0.954

(*) En términos de energía final
Fuente: BRE, INEI, CUANTO

(**) En términos de energía útil

Penetración de portadores energéticos y eficiencia promedio

Para convertir la demanda de energía útil en energía final se utilizan las penetraciones en el mercado de los portadores de energía y las eficiencias promedio.

En los cuadros 4.12 y 4.13 se muestran las penetraciones en el mercado de los portadores energéticos en la demanda de energía térmica útil y las eficiencias promedio utilizadas en la industria y manufactura respectivamente.

Cuadro 4.12 Factores usados en la Industria

FACTORES USADOS EN LA INDUSTRIA				
Sector	Unidad	Agricultura	Construcción	Minería
Penetración de los portadores energéticos para energía térmica útil				
Combustibles tradicionales	%	45.96	98.10	0.00
Electricidad	%	0.26	1.72	9.02
Combustibles fósiles	%	53.78	0.18	90.98
Total	%	100.00	100.00	100.00
Eficiencias promedio de los combustibles en los usos térmicos				
Combustibles tradicionales*	%	68.41	65.00	1.00
Combustibles fósiles *	%	63.43	1.00	54.69

(*) Eficiencias extraídas del Balance Nacional de Energía Útil^(4.c)

Fuente: Fuente: Balance Nacional de Energía 2005

Nota: Cuando varias formas de energía (electricidad, combustibles fósiles, etc.) están compitiendo por una categoría de uso final de demanda de energía dada, ésta demanda se calcula primero en términos de energía útil y después se convierte a energía final, teniendo en

^(4.c)Estudio Integral de Energía, Fundación Bariloche – GTZ (1998).

cuenta la penetración en el mercado y la eficiencia de cada fuente de energía que compite. Los usos de energía no sustituible como el combustible motor para los vehículos, o la electricidad para usos específicos de electricidad (electrólisis, iluminación, etc.) se calculan directamente en términos de energía final.

Cuadro 4.13 Factores usados en la manufactura

FACTORES USADOS EN EL SECTOR MANUFACTURA		
Portadores energéticos	Unidad	2005
Electricidad: calefacción/calentamiento de agua	[%]	7.653
Combustible tradicionales, hornos/calor directo	[%]	2.282
Eficiencias y razones	Unidad	2005
COP de las bombas térmicas	[razón]	2.500
Relación calor/electricidad	[razón]	2.227
Combustibles fósiles, generación/vapor.	[%]	60.660
Combustibles Fósiles, hornos/calor directo	[%]	62.710
Combustibles Fósiles, calefacción/calentamiento	[%]	64.565
Combustibles tradicionales, hornos/calor directo	[%]	64.380
Eficiencia. Combustibles fósiles (promedio)	[%]	61.960
Eficiencia Combustibles tradicionales (promedio)	[%]	64.380

Fuente: Balance Nacional de Energía 2005

4.7.2 INDICADORES DEL SECTOR TRANSPORTE

INTENSIDAD ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE

A manera de ejemplo se determinará la intensidad energética de los camiones locales diesel reemplazando valores en la (ecuación 2.11), los datos de consumo de energía por tipo de combustible se encuentra en la tabla A5.16 (Anexo 5), los datos de recorrido medio, propiedades de los combustibles y factores de conversión en la tabla

A9.1 (anexo A9); el resultado obtenido en litros de combustible por cada 100 t-Km. es:

$$IE = \frac{405.629 \times 10^3}{2906 \times 10^6 \times 0.98 \times 8610 \times \frac{1}{10^7}}$$

$$IE = 16.543 \frac{l}{100tkm}$$

Los resultados de los demás indicadores energéticos para el sector transporte por modos de transporte y tipos de combustibles se muestran en el cuadro 4.14.

Cuadro 4.14 Intensidades energéticas en el transporte

INTENSIDADES ENERGÉTICAS EN EL TRANSPORTE		
Transporte de carga	Unidad	2005
Camiones - locales Diesel	[l/100tkm]	16.212
Camiones - locales Gasolina	[l/100tkm]	18.514
Camiones - locales GLP	[l/100tkm]	19.247
Camiones - largas distancias Diesel	[l/100tkm]	19.306
Camiones - largas distancias Gasolina	[l/100tkm]	22.749
Camiones - largas distancias GLP	[l/100tkm]	19.640
Tren Diesel	[l/100tkm]	2.779
Cabotaje Diesel	[l/100tkm]	7.580
Cabotaje Gasolina	[l/100tkm]	0.003
Ductos Diesel	[l/100tkm]	0.877
Transporte de pasajeros dentro de la ciudad		
Auto – gasolina	[l/100km]	7.451
Auto – diesel	[l/100km]	7.028
Auto – GLP	[l/100km]	12.428
Auto – GNC**	[l/100km]	7.451
Ómnibus – Gasolina	[l/100km]	31.425
Ómnibus – diesel	[l/100km]	29.403
Ómnibus – GNC**	[l/100km]	180.000

Tren – electricidad*	[Kwh./100km]	500.000
----------------------	--------------	---------

Fuente: Balance nacional de energía, Plan Intermodal de Transporte.

Fuente (*): National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)

Fuente (**): Environmental Protection Agency (EPA)

FACTOR DE CARGA DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS

En el cuadro 4.15 se muestran los factores de carga considerados en el modelo para el transporte de pasajeros.

Cuadro 4.15 Factores de carga del transporte de pasajeros

FACTORES DE CARGA DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS		
Transporte de pasajeros dentro de la ciudad		
Ítem	Unidad	2005
Auto - gasolina	[personas/Auto - gasolina]	4.305
Auto - diesel	[personas/Auto - diesel]	4.270
Auto - GLP	[personas/Auto - GLP]	3.900
Auto - GNC	[personas/Auto - GNC]	4.305
Ómnibus - Gasolina	[personas/Ómnibus - Gasolina]	41.000
Ómnibus - diesel	[personas/Ómnibus - diesel]	19.000
Ómnibus – GNC*	[Personas/Ómnibus - GNC]	180.000
Tren – electricidad*	[personas/tren - electricidad]	350.000
Transporte de pasajeros entre ciudades		
Tenencia de autos	[personas/auto]	28.410
Autos-kilómetros	[Km./auto/año]	4675.000
Avión	[% ocupado]	67.3
Autos	[personas/auto]	7.763
Ómnibus - Gasolina	[personas/Ómnibus - Gasolina]	37.500
Ómnibus - Diesel	[personas/Ómnibus - Diesel]	31.150
Tren – diesel	[personas/Tren - diesel]	250.000
Distancia recorrida por pasajeros ^(a)		
Dentro de la ciudad	Km./personas/día	24.488
Entre ciudades	[Km./personas/año]	2145.000

Fuente: MTC – Plan Intermodal de Transportes (PIT)

Fuente (*): Plan Maestro de Transporte Urbano de Lima y Callao.

4.7.3 INDICADORES DEL SECTOR RESIDENCIAL

DATOS BÁSICO Y FACTORES DEL SECTOR RESIDENCIAL

En el cuadro 4.16 se muestran los factores básicos para la demanda de energía del sector como: datos básicos del sector, penetración de los energéticos y sus eficiencias. En cuadro 4.17 se muestran los requerimientos energéticos básicos del sector residencial como: calefacción, aire acondicionado y cocción

Cuadro 4.16 Factores de vivienda para los usos del sector residencial

Ítem	Unidad	Urbano	Rural
Viviendas	[millón]	5.465	1.666
Porcentaje de apartamentos/viviendas rústicas	[%]	11.000	20.000
Porcentajes de casas	[%]	89.000	80.000
Tamaño de la vivienda: apartamento/vivienda rustica	[m2]	90.000	40.000
Tamaño de la vivienda casas	[m2]	120.000	60.000
Vivienda con aire acondicionado - apartamentos	[%]	15.000	0
Vivienda. con aire acondicionado- casas	[%]	12.500	0
Coefficiente de electrificación de las viviendas/sector	[%]	95.000	65.000
Penetración de los comb. tradicionales en la cocción	[%]	19.752	90.419
Penetración de la electricidad en cocción	[%]	9.977	0.742
Penetración de la energía solar térmica en cocción	[%]	7.180	1.121
Penetración de los combustibles fósiles en cocción	[%]	63.100	7.700
Eficiencia de los combustibles tradicionales	[%]	13.549	14.680
Eficiencia de los combustible fósiles	[%]	53.389	52.286
Participación de la solar térmica	[%]	100.000	100.000

Fuente: INEI, Estudio Integral de Energía.

Cuadro 4.17 Requerimientos del sector residencial

Ítem	Unidad	Urbano	Rural
Requerimiento esp. AC-Apartamentos	[kW.h/vivienda/año]	768.000	0

Requerimiento esp. AC-Casas	[kW.h/vivienda/año]	1536.000	0
Requerimientos de energía para cocción	[kW.h/vivienda/año]	1170.592	1602.704
Consumo de electricidad en equipamiento	[kW.h/vivienda/año]	806.548	112.644
Combustibles fósiles para la iluminación	[kW.h/vivienda/año]	180.581	176.742

Fuente: INEI, Estudio Integral de Energía.

4.7.4 INDICADORES DEL SECTOR SERVICIOS

En el cuadro 4.18 se muestran los datos básicos del sector servicios: la fuerza laboral, el área de piso por empleado, el área que requiere calefacción & aire acondicionado y el área que realmente cuenta con estos servicios.

Cuadro 4.18 Datos básicos y factores del sector servicios

Ítem	Unidad	2005
Fuerza laboral en el sector Servicios	[%]	70.189
Área de piso por empleado	[m ² /cap]	4.000
Fuerza laboral en el sector Servicios	[millones]	8.766
Área de piso del sector Servicios	[millones m ²]	35.064
Por ciento de área que requiere calefacción	[%]	8.000
Área que realmente tiene calefacción	[%]	3.000
Requerimientos específicos de calefacción	[kW.h/m ² /a]	293.772
Área de piso con aire acondicionado	[%]	15.000
Requerimientos específicos de aire acondicionado	[kW.h/m ² /a]	519.669

Fuente: INEI, Estudio Integral de Energía.

En los cuadros 4.19 se muestran las intensidades energéticas para otros usos finales de energía, diferentes a la calefacción y aire acondicionado en el sector servicios.

Cuadro 4.19 Intensidad energética para otros usos del sector servicios

INTENSIDAD ENERGÉTICA PARA OTROS USOS FINALES [Kwh./US\$]			
Sector \ Uso	Combustibles para motor	Usos específicos de electricidad	Otros usos térmicos
Servicios	0.0215	0.0625	0.0325
Comercio y servicios	0.0056	0.0596	0.0321

Administración Pública	0.4783	0.1455	0.0435
------------------------	--------	--------	--------

Fuente: Balance Nacional de energía.

En el cuadro 4.20 se muestra la penetración de las formas energéticas para calefacción & aire acondicionado y otros usos del sector servicios.

Cuadro 4.20 Penetración de las formas energética para otros usos finales

Ítem	Unidad	2005
Penetración de la electricidad - calefacción	[%]	100.000
Penetración de las formas energéticas para otros usos térmicos		
Combustibles tradicionales	[%]	2.845
Electricidad	[%]	24.882
Solar térmica	[%]	5.020
Combustibles fósiles	[%]	67.250
Eficiencias y otros factores de los térmicos		
Eficiencia de los combustibles tradicionales	[%]	12.295
Eficiencia de los combustibles fósiles	[%]	73.813
COP de las bombas térmicas	[razón]	2.500
Por ciento de edificios de poca altura	[%]	100.000
Participación de la solar térmica	[%]	100.000
Penetración de la electricidad para A. C.	[%]	100.000
COP de los aires acondicionados eléctricos	[razón]	2.500

Fuente: Balance Nacional de energía.

4.8 LA OFERTA DE ENERGÍA EN EL PERÚ

La oferta de energía total está conformada por la oferta de energía primaria y secundaria, a su vez la energía primaria está conformada por fuentes de energías comerciales y no comerciales ver cuadro 4.21.

Cuadro 4.21 Oferta interna bruta de energía primaria por fuentes (TJ)

FUENTE	1998	2000	2003	2004	2005	2006
Energía comercial						
Petróleo	344 275	304 081	301 730	306 274	338 387	319 917
Gas natural + LGN	22 193	28 404	33 707	63 367	130 663	145 489
Carbón mineral	13 748	20 731	29 974	31 236	31 452	24 904
Hydroenergía	62 111	72 756	83 361	98 532	80 857	88 131

Subtotal	442 327	425 972	448 772	499 409	581 359	578 441
Energía no comercial						
Leña	76 395	74 425	72 758	78 712	77 227	80 132
Bagazo	12 318	13 583	17 095	13 294	11 929	13 958
Bosta & Yareta	10 710	10 692	10 719	10 682	10 368	10 243
Energía solar	2 143	2 217	2 317	2 351	2 323	2 337
Subtotal	101 566	100 917	102 889	105 039	101 847	106 670
TOTAL	543 893	526 889	551 662	604 448	683 206	685 111

Fuente: Balances Nacionales de energía 1998, 2000, 2004, 2005 y 2006

En el cuadro 4.22 se muestra la producción, importación, variación de inventarios, la exportación y la energía no aprovechada que conforman la oferta interna bruta de energía primaria de acuerdo a lo establecido en la ecuación 3.14. Las únicas fuentes que se importan o exportan son el carbón mineral y el petróleo, las demás fuentes de energía primaria se producen en el país.

Cuadro 4.22 Oferta interna bruta de energía primaria (TJ)

FUENTE	1998	2000	2003	2004	2005	2006
Producción	452 441	440 939	451 742	510 876	612 873	644 780
Importación	212 944	148 348	198 847	202 150	230 130	235 167
Variación de inventarios	-4 113	2 670	402	596	6 252	-7 026
Oferta total	661 272	591 957	650 991	713 622	849 255	872 921
Exportación	-90 563	-28 737	-61 079	-35 266	-27 271	-50 414
No aprovechada	-26 817	-36 333	-38 250	-73 949	-138 777	-137 394
Oferta interna bruta	543 892	526 887	551 662	604 407	683 207	685 113

Fuente: Balances Nacionales de energía 1998, 2000, 2004, 2005 y 2006

En el cuadro 4.23 se muestra la importación, variación de inventarios, la exportación y la energía no aprovechada que conforman la oferta interna bruta de energía secundaria de acuerdo a lo establecido en la ecuación 3.14.

Cuadro 4.23 Oferta interna bruta de energía secundaria (TJ)

FUENTE	1998	2000	2003	2004	2005	2006
Importación	54353	77462	80094	80151	54208	50468
Variación de inventarios	-15480	-6344	-31502	-27811	-4814	-45933
Oferta total	38873	71118	48592	52340	49394	4535
Exportación	-68893	-58882	-83216	-89911	-132154	-95243
Oferta interna bruta	-30020	12236	-34624	-37571	-82760	-90708

Fuente: Balances Nacionales de energía 1998, 2000, 2004, 2005 y 2006

En el cuadro 4.24 se muestra la oferta interna bruta total (energía primaria más energía secundaria) para el periodo (1998 -2006).

Cuadro 4.24 Oferta interna bruta total de energía (TJ)

FUENTE	1998	2000	2003	2004	2005	2006
Producción	452 441	440 939	451 742	510 876	612 873	644 780
Importación	267 297	225 810	278 941	282 301	284 338	285 635
Variación de inventarios	-19 593	-3 674	-31 100	-27 215	1 438	-52 959
Oferta total	700145	663075	699583	765962	898649	877456
Exportación	-159 456	-87 619	-144 295	-125 177	-159 425	-145 657
No aprovechada	-26 817	-36 333	-38 250	-73 949	-138 777	-137 394
Oferta interna bruta	513872	539123	517038	566836	600447	594405

Fuente: Balances Nacionales de energía 1998, 2000, 2004, 2005 y 2006

En el cuadro 4.25 se muestra el balance nacional de energía consolidado (consumo, oferta, la transformación, las pérdidas totales y el ajuste estadístico), aplicando la (ecuación 3.15) del ajuste estadístico se observa que este es positivo porque la resultante de la suma del consumo de energía, el total de transformación, el consumo propio y las pérdidas totales es mayor que la oferta interna bruta total ver figura 4.8.

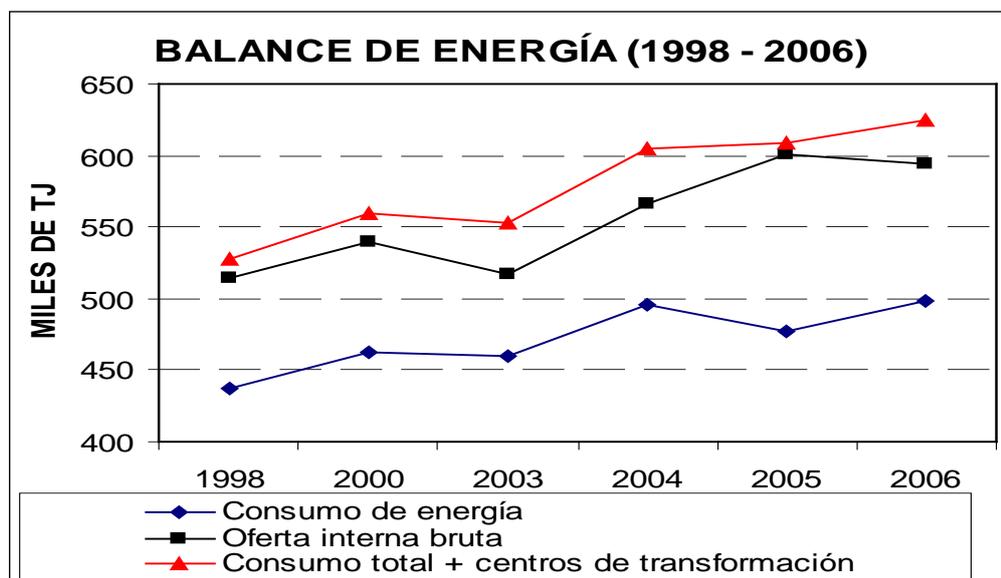
Cuadro 4.25 Balance nacional de energía 1998 – 2006 (TJ)

FUENTE	1998	2000	2003	2004	2005	2006
Consumo de energía	436637	462885	459664	495537	477175	498121
Oferta interna bruta	513872	539123	517038	566836	600447	594405
Total transformación	-62312	-60096	-64635	-77222	-88287	-83834
Consumo propio sector energía	-19698	-28171	-20115	-23161	-35023	-33822
Perdidas*	-8616	-8234	-8338	-8493	-8571	-9175
Ajustes	13391	20263	35714	37577	8609	30547

*Perdidas de transformación, distribución y almacenamiento

Fuente: Balances Nacionales de energía 1998, 2000, 2004, 2005 y 2006

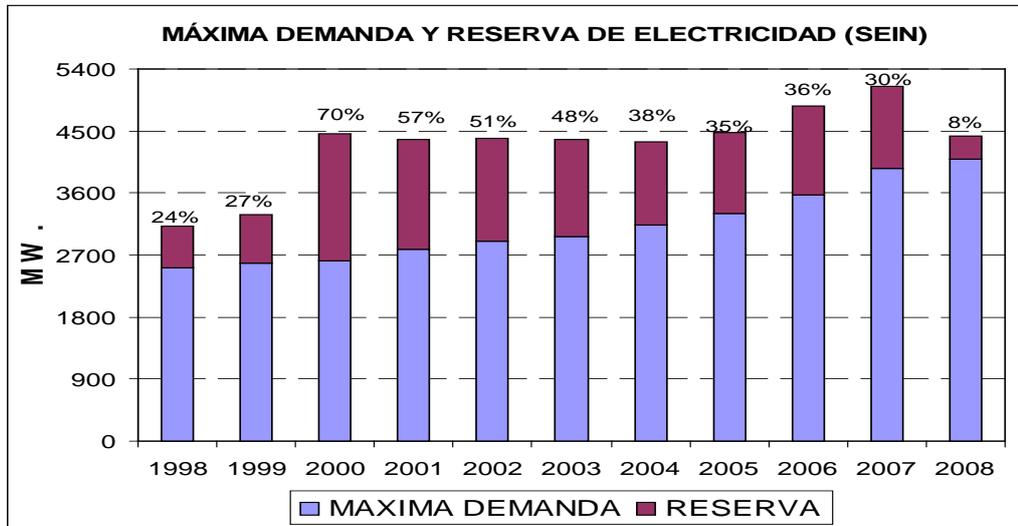
Figura 4.8 Balance de Energía consolidado (1998 – 2006)



Fuente: Balances Nacionales de Energía (1998 - 2006)

En la figura 4.9 se muestra el balance nacional de energía eléctrica, se observa que la máxima demanda se incrementa más que la potencia efectiva, por lo tanto la reserva está disminuyendo. Según el MEM la reserva debe estar sobre los 27% para no tener cortes de suministro en las horas punta.

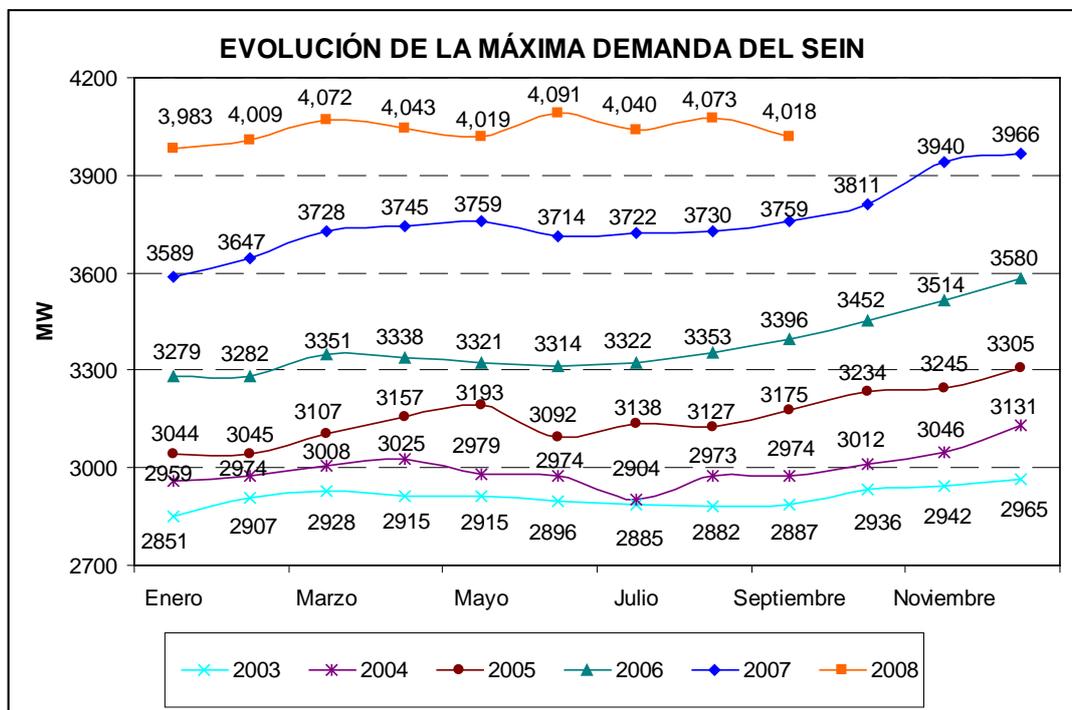
Figura 4.9 Balance de oferta y demanda de energía eléctrica del (SEIN)



Fuente: COES – SINAC

En la figura 4.10 se muestra la evolución de la máxima demanda desde el año (2003 al año 2008).

Figura 4.11 Evolución mensual de la máxima demanda de electricidad



Fuente: COES – SINAC

4.9 CÁLCULO DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL

El cálculo del consumo de energía final se realiza por sectores y por usos energéticos como se indica en la ecuación (3.12).

A continuación se muestra el cálculo del consumo de energía de combustibles para motor del sector agricultura considerando el escenario medio; los demás usos y sectores tienen el mismo procedimiento. La intensidad energética promedio ha sido calculada anteriormente (cuadro 4.12), el resultado del consumo de energía final para el 2005 es:

$$E_{(Agricultura-2010)} = 0.0795 \times 6.279 \times 10^9 \times 1.1416 \times 10^{-10}$$

$$E_{(Agricultura-2010)} = 0.064GWh$$

Los resultados del cálculo de la demanda para el sector agricultura para los otros usos energéticos (electricidad, combustibles tradicionales y los combustibles fósiles) se muestran en el cuadro 4.26.

Cuadro 4.26 Demanda de energía en agricultura escenario referencial

Fuentes	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Combustibles para motor	0.056	0.080	0.107	0.135	0.168	0.209
Electricidad	0.073	0.103	0.139	0.175	0.218	0.271
Combustibles tradicionales	0.215	0.305	0.409	0.515	0.642	0.800
Combustibles fósiles	0.272	0.385	0.516	0.650	0.811	1.010

Fuente: Elaboración propia

En el capítulo siguiente se muestran los resultados del consumo de energía por cada sector y por cada escenario considerado; este resultado se presenta para el año y el periodo de proyección (2005 – 2030).

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS POR ESCENARIOS

5.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS DE DESARROLLO (2010–2030)

5.1.1 ESCENARIO DE DEMANDA MEDIA

El escenario de demanda media también llamado de crecimiento tendencial o de referencia, considera la continuación de algunas políticas del sector energético y económico iniciados en la última década descritos a continuación:

1. Masificación del gas natural para los sectores residencial-comercial y la industria.
2. Uso masivo del gas natural en vehículos (nuevos y convertidos de gasolina) en el transporte público local mediante programas para el cambio del parque automotor descritos en el anexo A11.
3. Construcción de plantas de procesamiento del gas natural para uso industrial que permitan mayor valor agregado.

Este escenario considera la proyección del PBI referencial descrita en el capítulo 4 (tabla 4.5). La proyección de la población es la misma para los tres escenarios de demanda ver (cuadro y figura 4.3).

5.1.2 ESCENARIO DE DEMANDA ALTA

El escenario de demanda alta, simula el efecto de seguir con algunas políticas energéticas como:

1. La construcción de plantas termoeléctricas para la generación de electricidad.
2. Poco interés del estado en promover el uso de gas natural en los sectores residencial-comercial y transporte.
3. Poco esfuerzo para reducir el consumo de diesel en el transporte público.
4. Uso de queroseno y diesel para la generación de electricidad y ningún esfuerzo por reducir el uso de combustibles tradicionales ineficientes y dañinos para la cocción en el sector rural.
5. Este escenario considera la proyección del PBI alto descrita en el capítulo 4 (tabla 4.6).

Este escenario se hace con el fin de poner en claro que aun cuando se tiene el recurso valioso del gas natural para cambiar la matriz energética, no se promueve su uso en beneficio de la población de recursos escasos.

5.1.3 ESCENARIO DE DEMANDA BAJA

El escenario de demanda baja considera los mismos supuestos que el escenario referencial, con la única diferencia que se considera el PBI bajo (escenario III) descrito en el cuadro 4.7 y figura 4.7 del capítulo 4 y una mejora de la eficiencia energética.

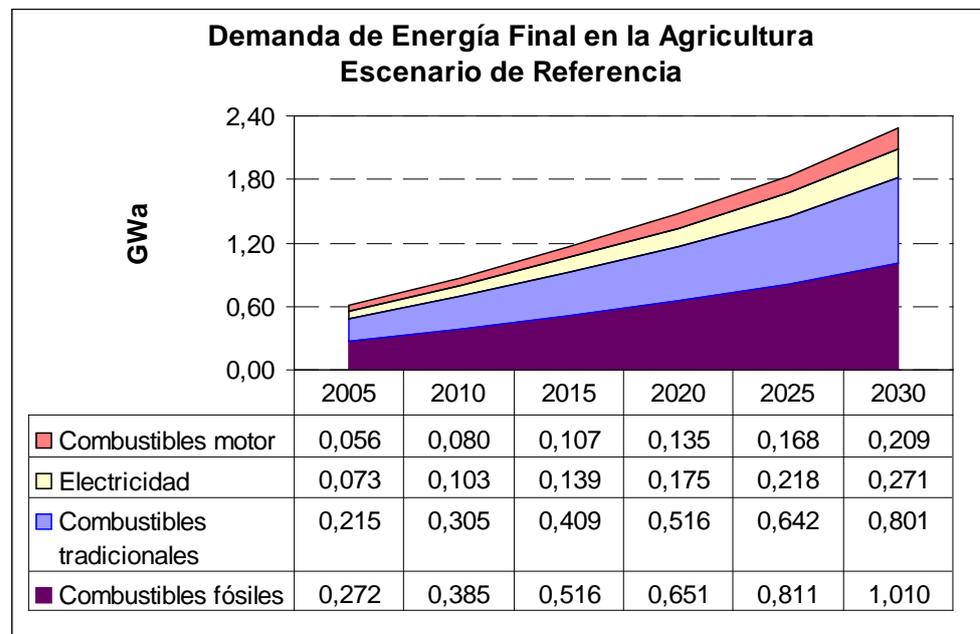
5.2 ESCENARIOS PROYECTADOS EN LA INDUSTRIA NACIONAL

En esta sección se presenta los resultados del modelo MAED_D con sus respectivos escenarios de demanda (medio o de referencia, alto y bajo) para el periodo de proyección (2005 – 2025).

5.2.1 ESCENARIO DE REFERENCIA

En la figura 5.1 se muestra el comportamiento de la demanda de energía final del sector agricultura, se observa que el combustible más utilizado en el periodo de proyección (2005 – 2025) es el fósil que incrementará su consumo desde 0.272 hasta 1.01GWa, seguido de los combustibles tradicionales desde 0.215 hasta 0.801GWa, la energía eléctrica desde 0.073 hasta 0.271 GWa y finalmente los combustibles para motor desde 0.056 hasta 0.209 GWa.

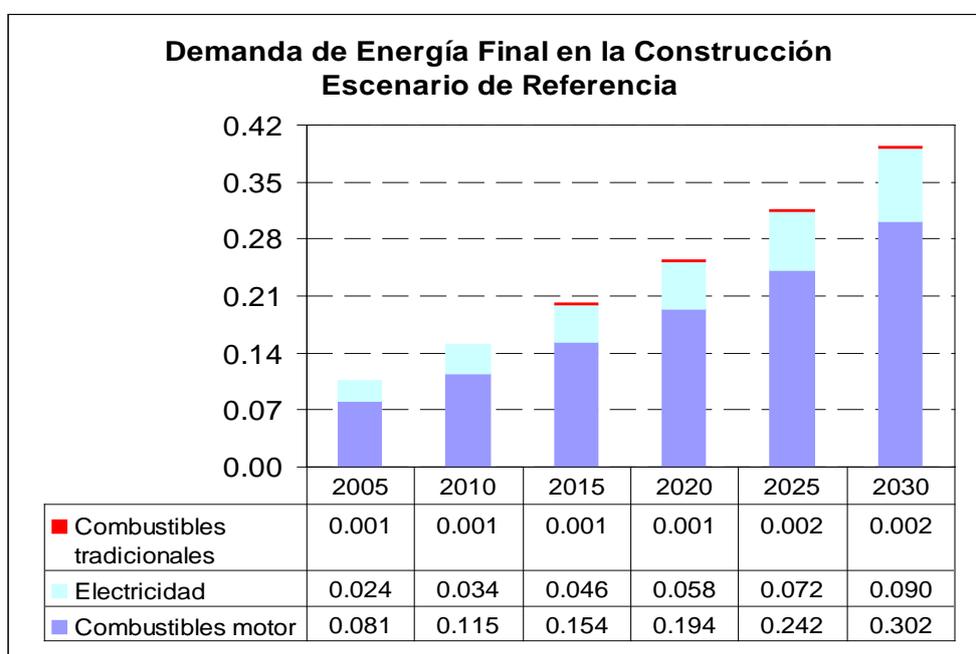
Figura 5.1 Demanda de energía final en el sector agricultura (E. R.)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.2 se muestra el comportamiento de la demanda de energía final del sector construcción en el periodo de proyección (2005 – 2025), los combustibles para motor incrementarán su consumo desde 0.081 hasta 0.302 GWa seguido del incremento de la energía eléctrica desde 0.024 hasta 0.09 GWa y finalmente los combustibles tradicionales desde 0.001 hasta 0.002 GWa.

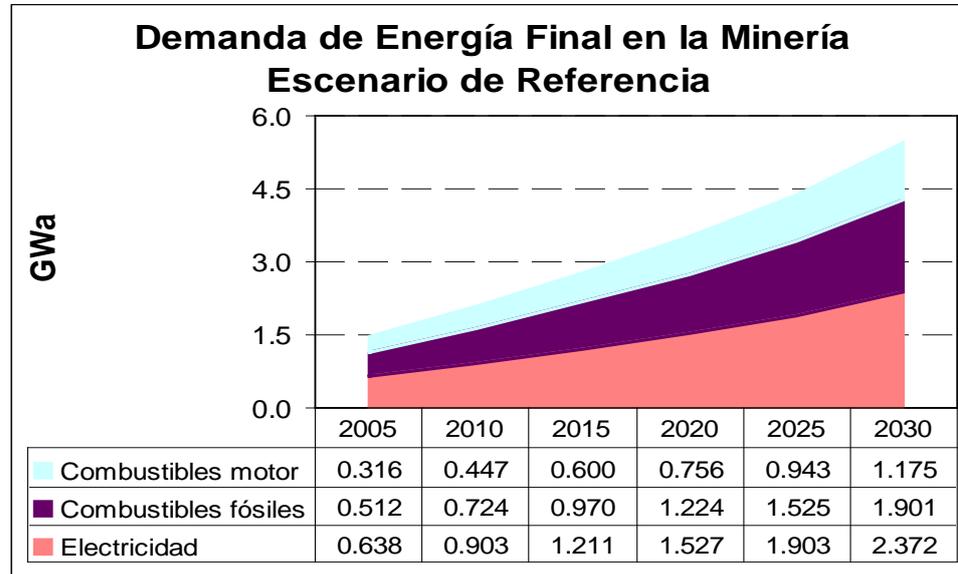
Figura 5.2 Demanda de energía final en el sector construcción (E. R.)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.3 se muestra el comportamiento de la demanda de energía final en el periodo de proyección (2005 – 2025) del sector minería. Se observa que la fuente energética más utilizada es la energía eléctrica que incrementará su consumo desde 0.638 hasta 2.372GWa, seguido por los combustibles fósiles desde 0.512 hasta 1.901GWa y finalmente los combustibles para motor que incrementarán su consumo desde 0.316 hasta 1.175 GWa.

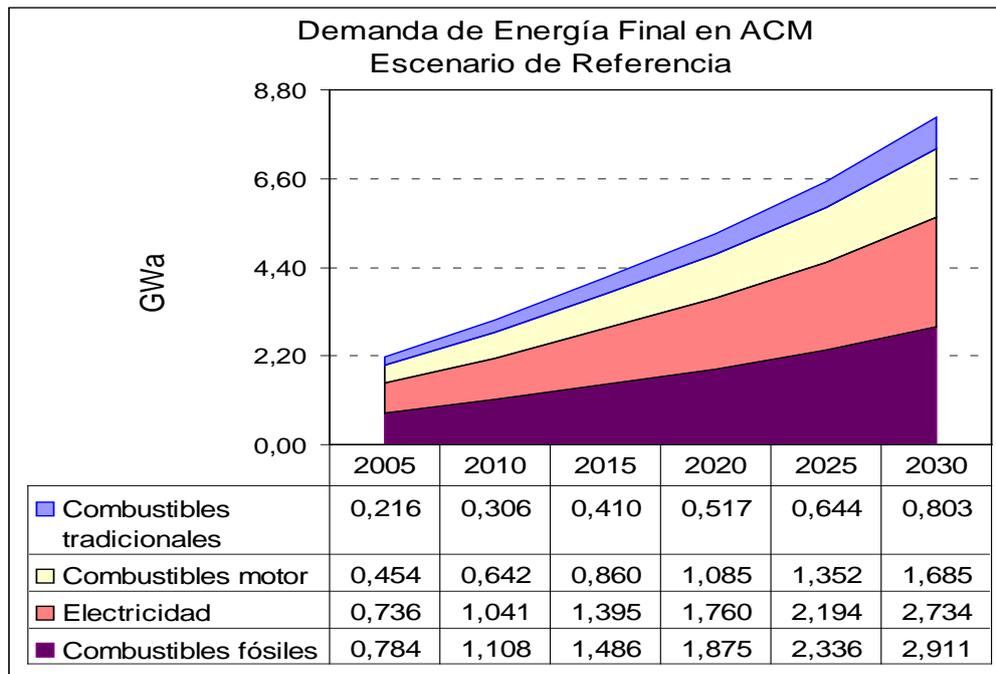
Figura 5.3 Demanda de energía final en el sector minería (E. R.)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.4 se muestra el comportamiento de la demanda de energía agrupada para los sectores agricultura, construcción y minería (ACM).

Figura 5.4 Demanda de energía final en ACM (E. R.)

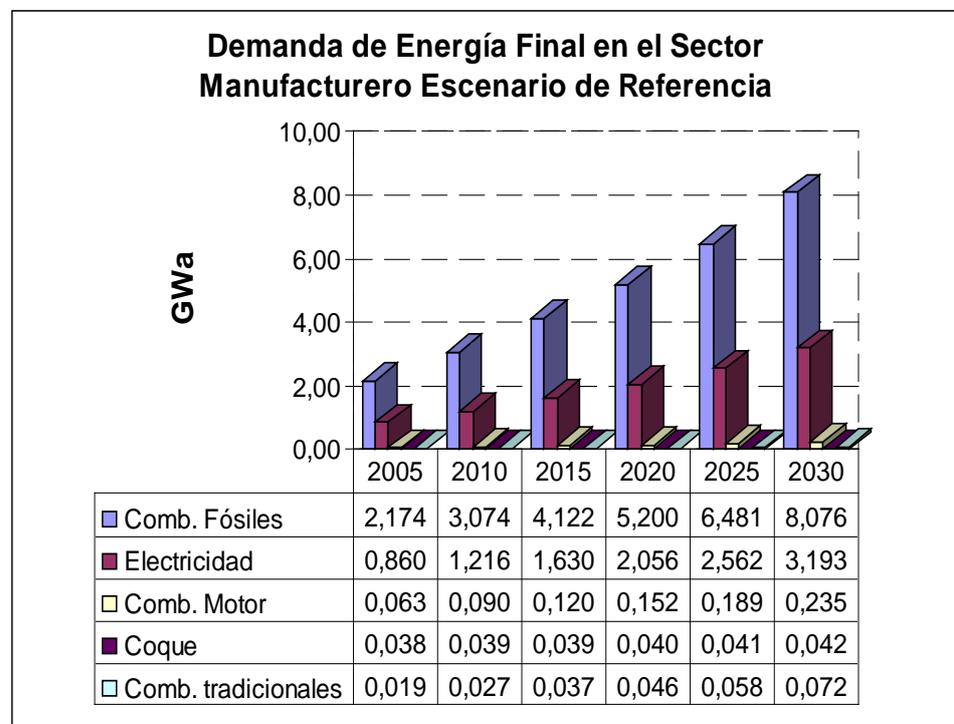


Fuente: Elaboración propia

Los combustibles más usados serán los fósiles que incrementarán su consumo desde 0.784 hasta 2.911 GWa, seguido de los combustible para motor que incrementarán su consumo desde 0.454 hasta 1.685 GWa, la energía eléctrica se incrementará desde 0.736 hasta 2.734 GWa y finalmente los combustibles tradicionales que se incrementarán desde 0.216 hasta 0.803 GWa.

En la figura 5.5 se muestra el comportamiento de la demanda de energía final del sector manufactura para el periodo de proyección (2005 - 2030), los combustibles de mayor consumo serán los fósiles y la energía eléctrica que incrementarán sus consumos desde 2.174 hasta 8.076 GWa y desde 0.860 hasta 3.193 GWa respectivamente.

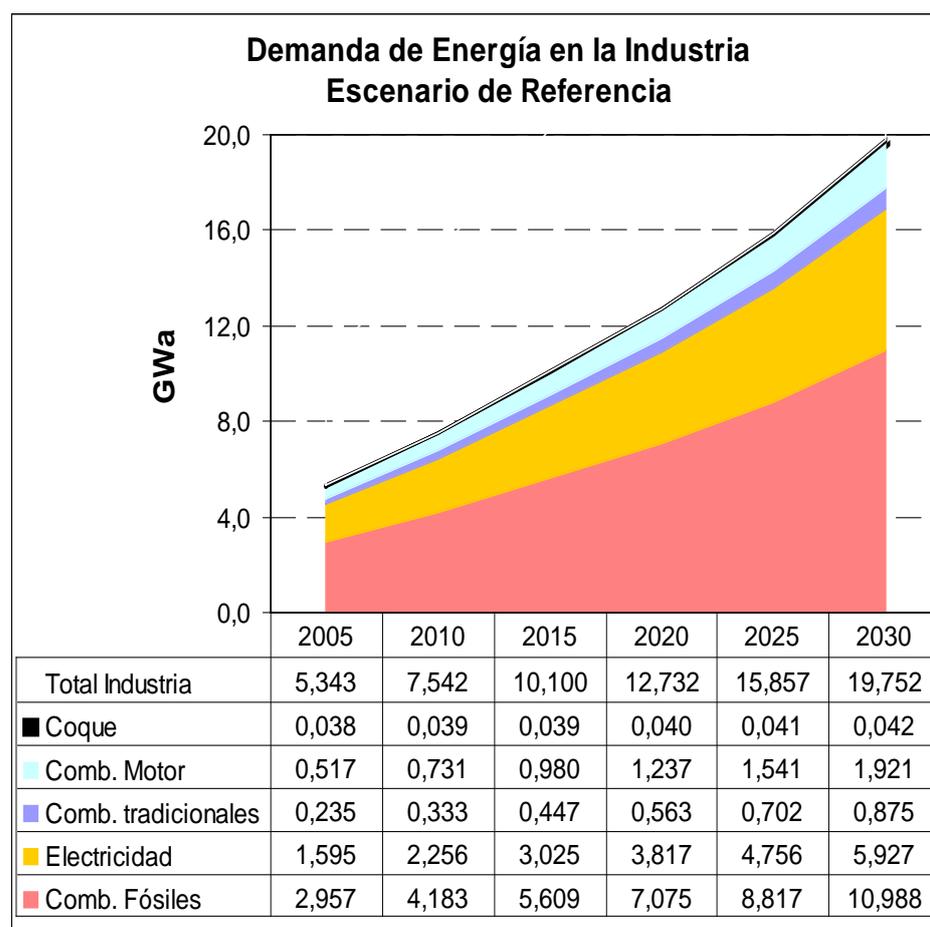
Figura 5.5 Demanda de energía final en el sector manufacturero (E. R.)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.6 se muestra el comportamiento de la demanda de energía final para la industria (agricultura, construcción, minería y manufactura), se observa que el consumo total en el año 2005 es de 5.343 GWa y se incrementará hasta 19.752 GWa en el año 2030.

Figura 5.6 Demanda de energía final en la Industria(E. R.)



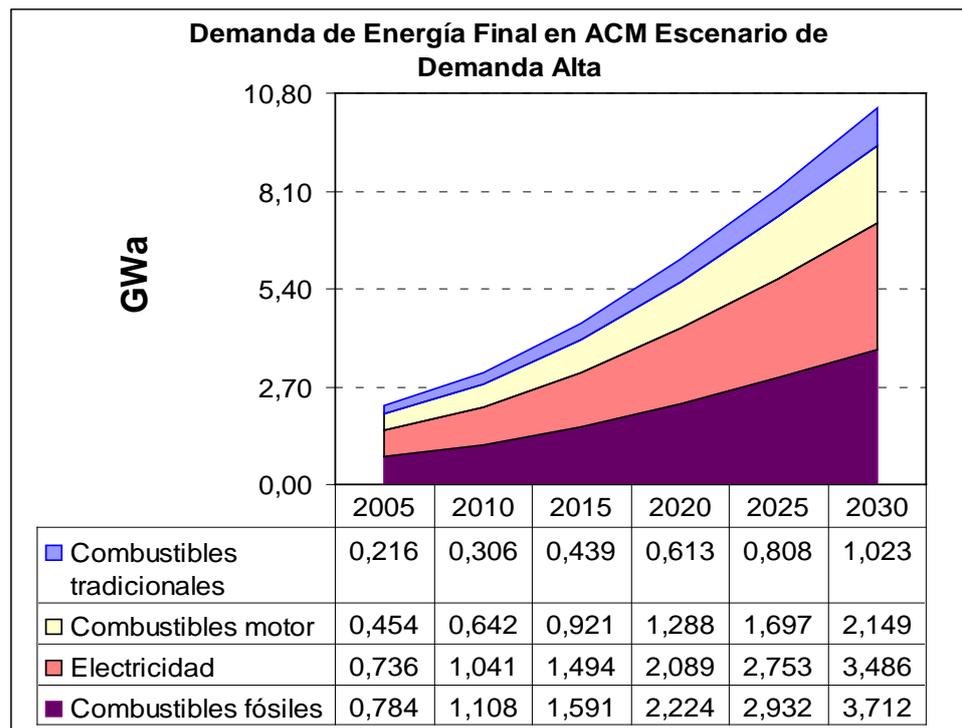
Fuente: Elaboración propia

5.2.2 ESCENARIO ALTERNATIVO DE DEMANDA ALTA

En esta sección se muestra la proyección de la demanda de energía final para la industria en el periodo de proyección (2005 – 2030) con el MAED_D para el escenario de demanda alta.

En la figura 5.7 se muestra el comportamiento de la demanda de energía final por tipos de combustible para los sectores: agricultura, construcción y minería (ACM). El combustible más utilizado es el fósil que se incrementará desde 0.784 hasta 3.712 GWha seguido de la energía eléctrica desde 0.736 hasta 3.486 GWha, los combustibles para motor desde 0.454 hasta 2.149 GWha y finalmente los combustibles tradicionales se incrementarán desde 0.216 hasta 1.023 GWha.

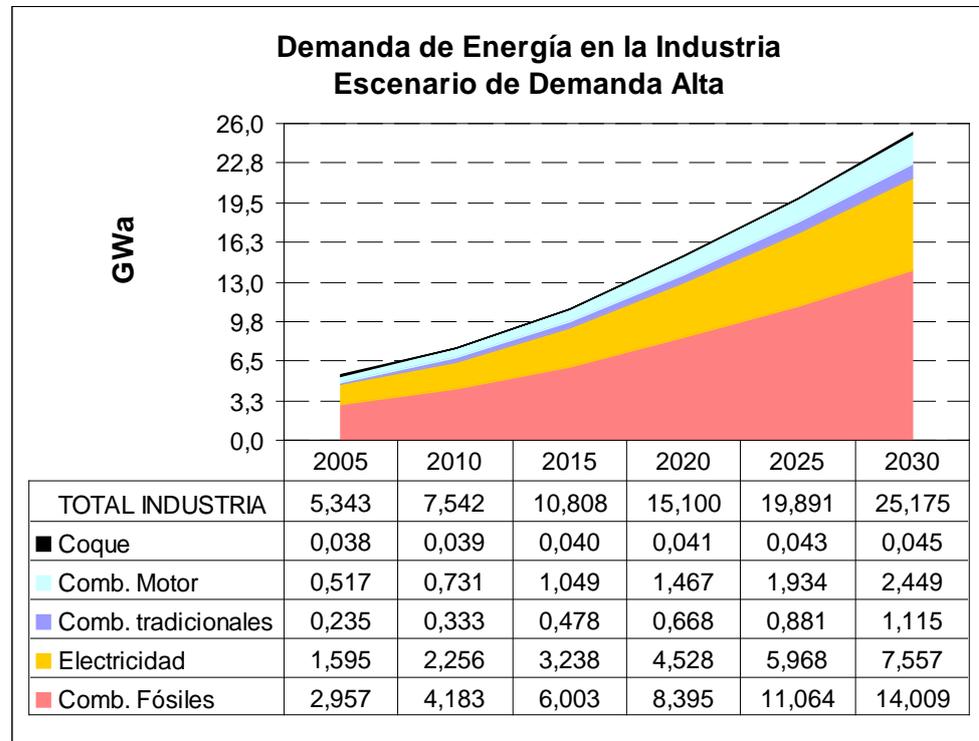
Figura 5.7 Demanda de energía final en ACM (E. D. A.)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.8 se muestra el comportamiento de la demanda agregada para la industria (ACM y el sector manufactura) para el periodo de proyección (2005 – 2030), la demanda crecerá desde 5.343 GWha en el 2005 hasta 25.175 GWha en el 2030.

Figura 5.8 Demanda de energía final en la industria (E. D. A.)



Fuente: Elaboración propia

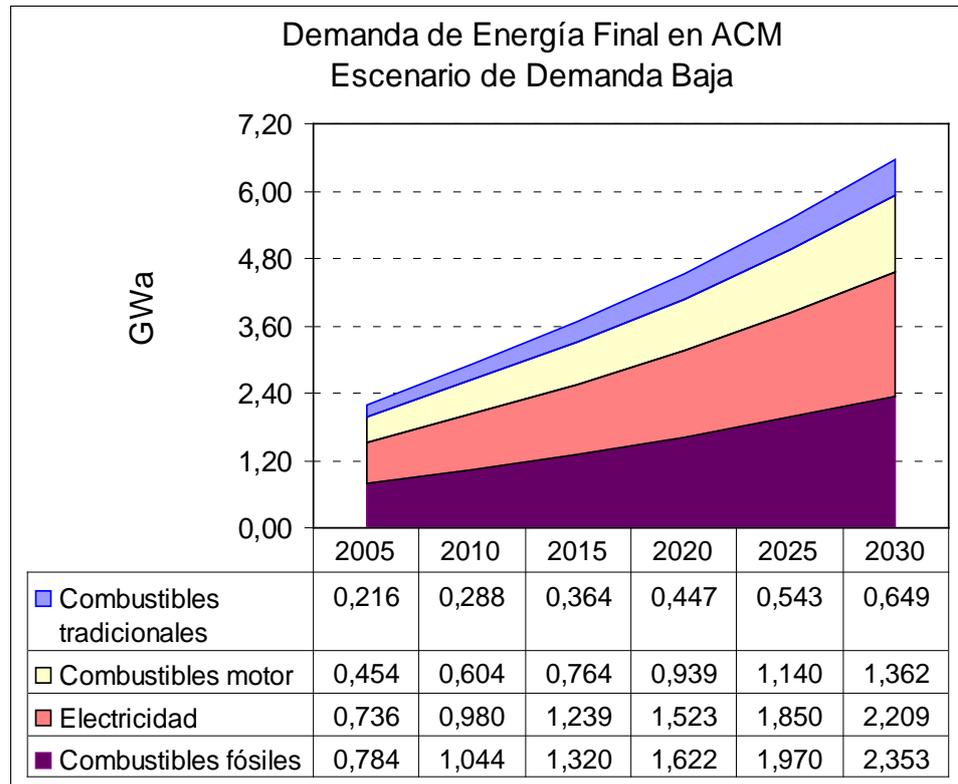
5.2.3 ESCENARIO ALTERNATIVO DE DEMANDA BAJA

A continuación se muestra la proyección de la demanda de energía final para la industria en el periodo de proyección (2005 – 2030) considerando el escenario de demanda baja.

En la figura 5.9 se muestra el comportamiento de la demanda de energía final agregada en el periodo de proyección (2005 – 2030) para los sectores agricultura, construcción y minería (ACM), se observa que los combustibles más utilizados serán los fósiles que se incrementarán desde 0.784 hasta 2.353 GWh, la energía eléctrica desde 0.736 hasta 2.209 GWh, los combustibles para motor desde

0.454 hasta 1.362 GWa y finalmente los combustibles tradicionales se incrementarán desde 0.216 hasta 0.649 GWa.

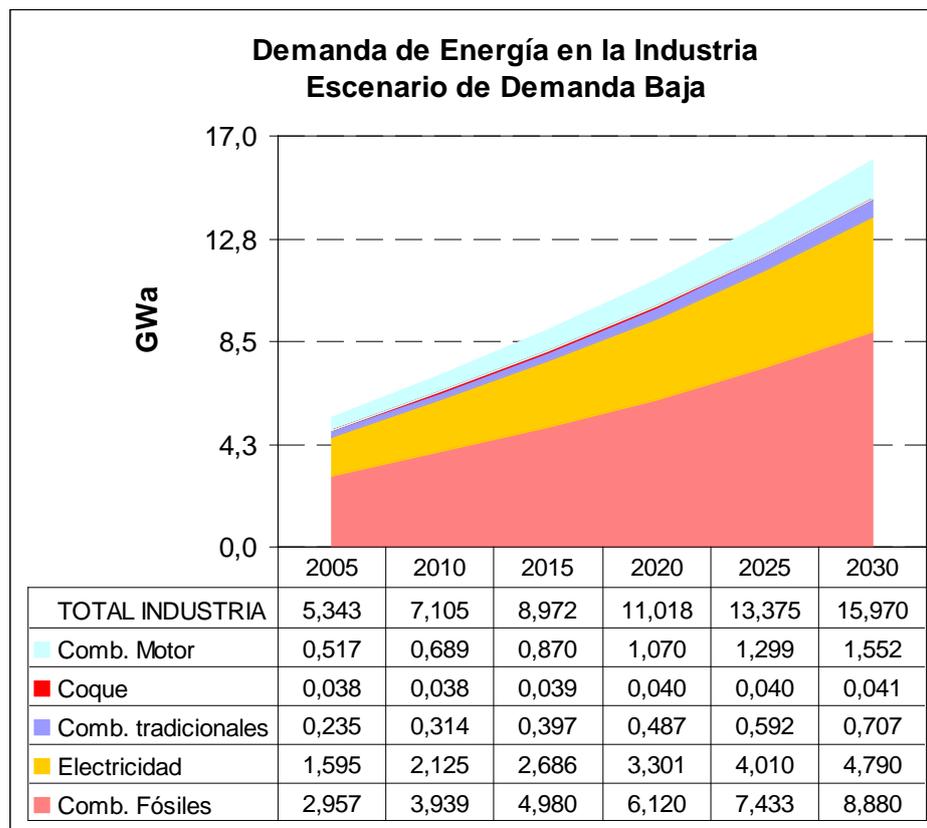
Figura 5.9 Demanda de energía final en ACM (E. D. B.)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.10 se muestra el comportamiento de la demanda total de energía final agregada en la industria (ACM y manufactura) para el periodo de proyección (2005 – 2030), se observa que la demanda se incrementará desde 5.343 GWa en el 2005 hasta 15.970 GWa en el 2030, los combustibles más utilizados serán los fósiles que se incrementarán desde 2.957 hasta 8.88 GWa, seguido de la energía eléctrica desde 1.595 hasta 4.790 GWa, el menos utilizado será el coque que solo se incrementará desde 0.038 hasta 0.041 GWa.

Figura 5.10 Demanda de energía final en la industria (E. D. B.)



Fuente: Elaboración propia

5.3 ESCENARIOS PROYECTADOS EN EL TRANSPORTE NACIONAL

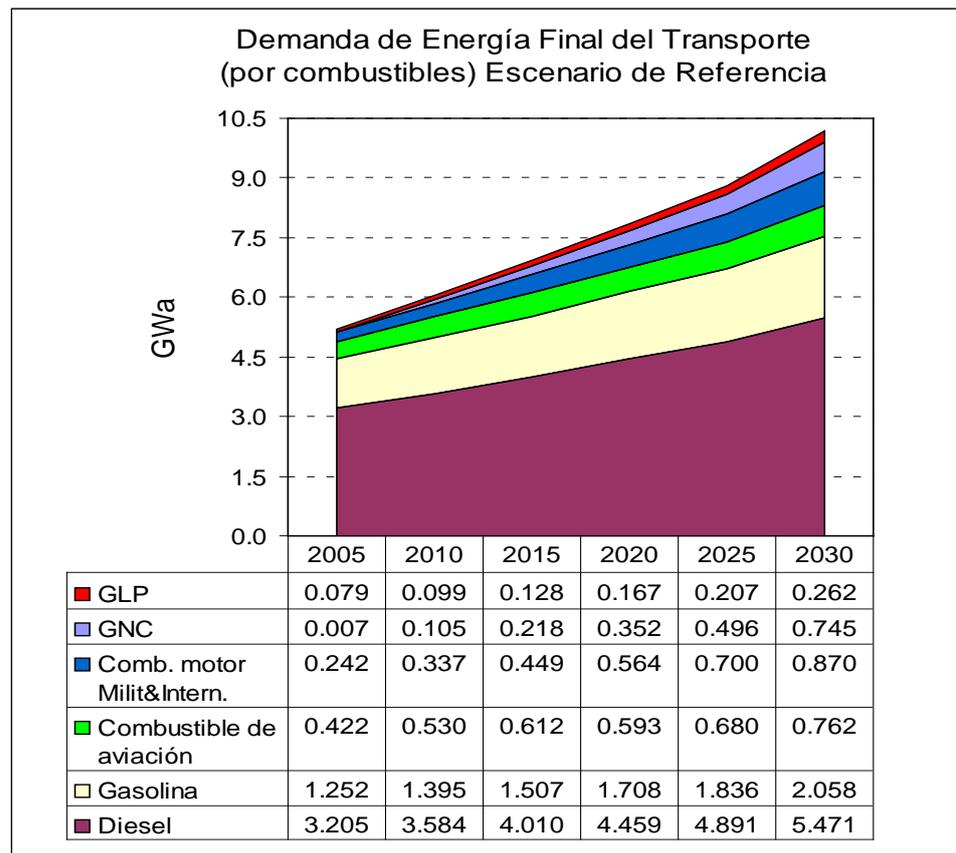
En esta sección se presenta los resultados del modelo MAED_D con sus respectivos escenarios de demanda (medio o de referencia, alto y bajo) para el periodo de proyección (2005 – 2030) del transporte de carga y pasajeros (dentro de la ciudad y entre ciudades).

5.3.1 ESCENARIO DE REFERENCIA

A continuación se muestra el comportamiento de la demanda de energía final por tipos de combustible del escenario de referencia del transporte nacional de carga y pasajeros en el periodo de proyección.

En la figura 5.11 se observa que el consumo del diesel se incrementará desde 3.205 hasta 5.471 GWh, la gasolina se incrementará desde 1.252 hasta 2.058 GWh y el combustible para aviación se incrementará desde 0.422 hasta 0.762 GWh. Los combustibles menos usados serán el GNC y el GLP que se incrementarán desde 0.007 hasta 0.745 GWh y desde 0.079 hasta 0.262 GWh respectivamente.

Figura 5.11 Demanda de energía en el transporte por combustibles (E. R.)

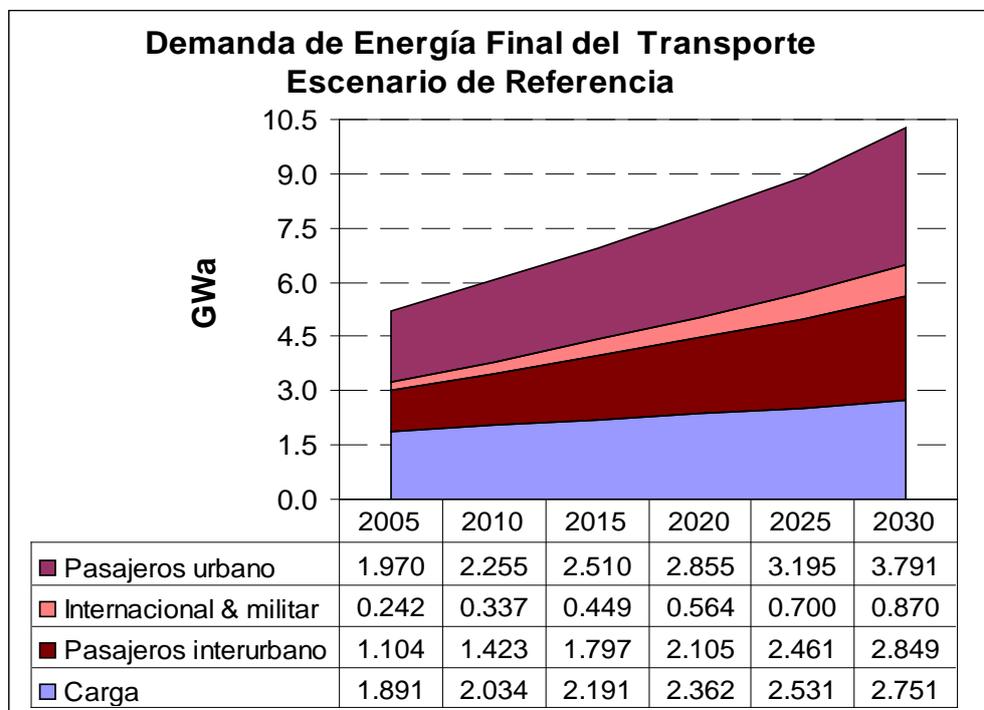


Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.12 se muestra el comportamiento del consumo proyectado de energía final del sector transporte para el periodo de proyección (2005 – 2030) por subsectores, el sector que consumirá

más energía es el transporte urbano de pasajeros que se incrementará desde 1.970 hasta 3.791 GWa seguido del transporte de pasajeros interurbano desde 1.104 hasta 2.849 GWa, el transporte de carga desde 1.891 hasta 2.751 GWa. También se observa que el consumo total del transporte se incrementará desde 5.207 GWa en el año 2005 hasta 10.261 GWa en el año 2030.

Figura 5.12 Demanda de energía final del transporte por usos (E. R.)



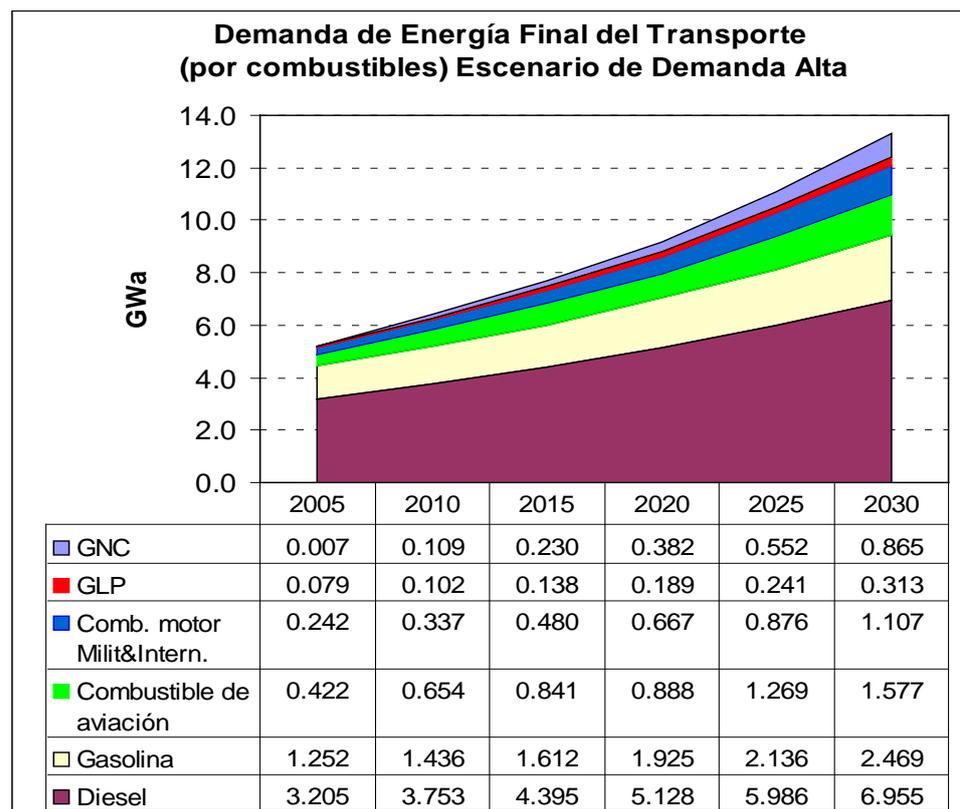
Fuente: Elaboración propia

5.3.2 ESCENARIO ALTERNATIVO DE DEMANDA ALTA

En esta sección se presenta los resultados de la proyección de la demanda de energía considerando el escenario de demanda alto para el periodo de proyección (2005 – 2030) del sector transporte de carga y pasajeros (dentro de la ciudad y entre ciudades).

En la figura 5.13 se muestra el comportamiento de la demanda por tipos de combustibles; los combustibles más utilizados serán: el diesel que se incrementará desde 3.205 hasta 6.955 GWa, la gasolina se incrementará desde 1.252 hasta 2.469 GWa y el combustible de aviación se incrementará desde 0.422 hasta 1.577 GWa. Los combustibles menos usados como el GNC y el GLP y se incrementará desde 0.007 hasta 0.865 GWa y desde 0.079 hasta 0.313 GWa respectivamente.

Figura 5.13 Demanda de energía en el transporte por combustibles (D. A.)

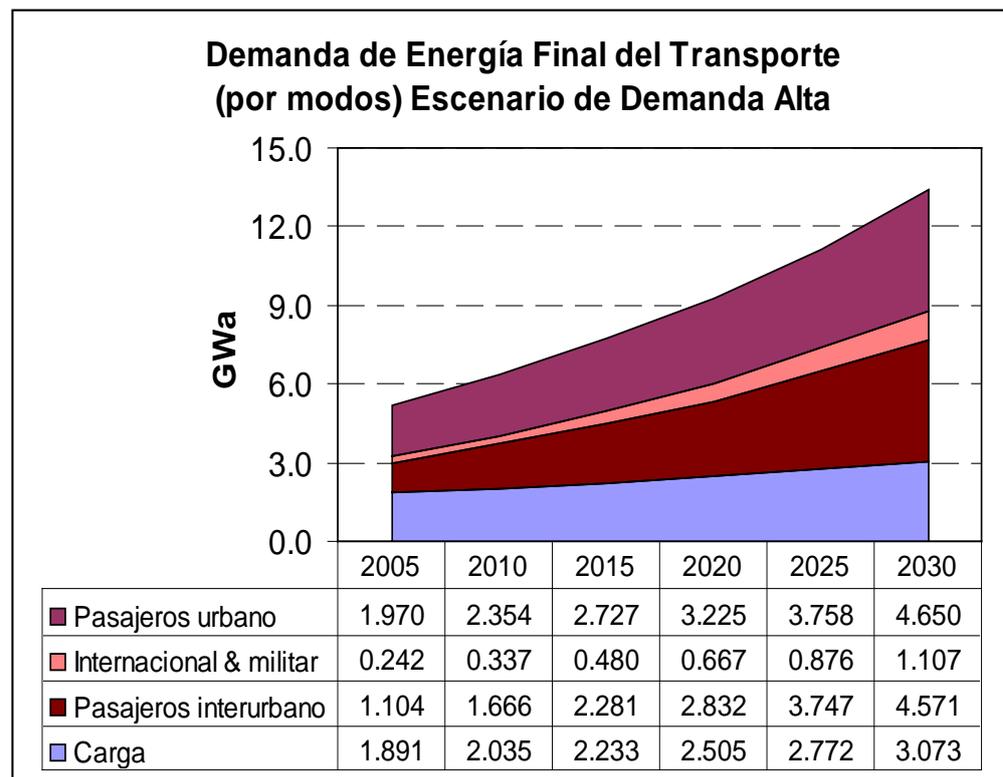


Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.14 se muestra el comportamiento de la demanda de energía final del transporte de carga y pasajeros por subsectores para el periodo de proyección (2005 – 2030), el mayor consumo será

para el transporte de pasajeros urbano que se incrementará desde 1.967 hasta 4.688 GWa, el transporte de pasajeros interurbano se incrementará desde 1.104 hasta 4.571 GWa, el transporte de carga se incrementará desde 1.891 hasta 3.073GWa, y finalmente el transporte internacional & militar se incrementará desde 0.242 hasta 1.107 GWa. La sumatoria del consumo en el transporte se incrementará desde 5.207 GWa en el 2005 hasta 13.401 GWa en el 2030.

Figura 5.14 Demanda de energía final del transporte por usos (D. A.)



Fuente: Elaboración propia

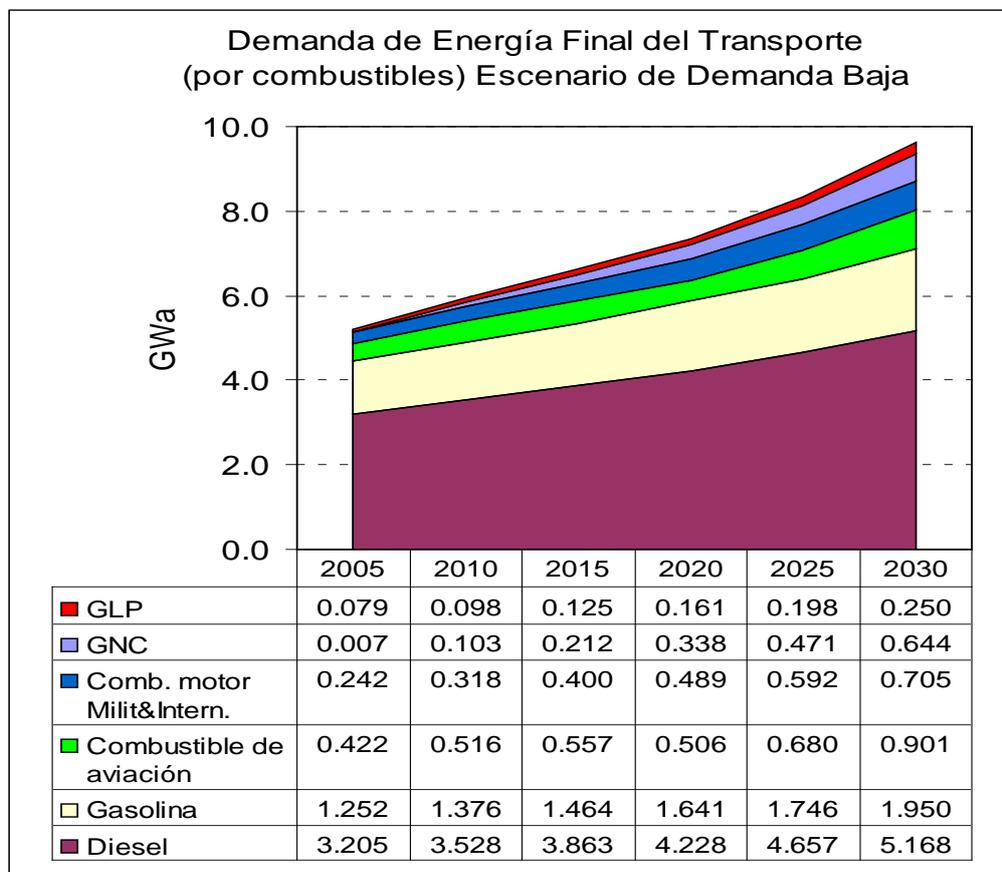
5.3.3 ESCENARIO ALTERNATIVO DE DEMANDA BAJA

En esta sección se presenta los resultados de la proyección de la demanda de energía considerando el escenario de demanda bajo

para el periodo (2005 – 2030) del sector transporte de carga y pasajeros (dentro de la ciudad y entre ciudades).

En la figura 5.15 se muestra el comportamiento de la demanda de energía del sector transporte por tipos de combustibles, el combustible más utilizado será el diesel, su consumo se incrementará desde 3.205 hasta 5.168 GWa, la gasolina se incrementará desde 1.252 hasta 1.95 GWa, el combustible de aviación se incrementará desde 0.422 hasta 0.901 GWa, el GNC se incrementará desde 0.007 hasta 0.644 GWa y finalmente el GLP se incrementará desde 0.079 hasta 0.250 GWa.

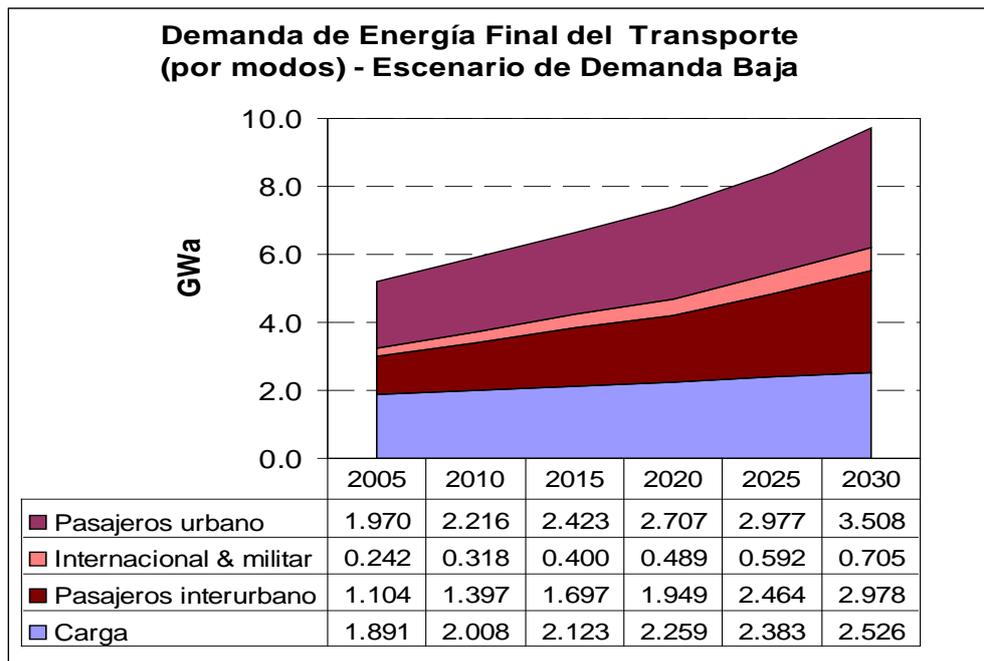
Figura 5.15 Demanda de energía en el transporte por combustibles (D. B.)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.16 se muestra el comportamiento de la demanda final de energía para el sector transporte por subsectores, se observa que el transporte de pasajeros urbano se incrementará desde 1.970 hasta 3.508 GWa, el transporte de pasajeros interurbano se incrementará desde 1.104 hasta 2.978 GWa, el transporte de carga se incrementará desde 1.891 hasta 2.526 GWa y finalmente el transporte internacional & militar se incrementará desde 0.242 hasta 0.705GWa. El total de energía del sector transporte se incrementará desde 5.207 GWa en el 2005 hasta 9.717 GWa en el 2030.

Figura 5.16 Demanda de energía final del transporte por usos (D. B.)



Fuente: Elaboración propia

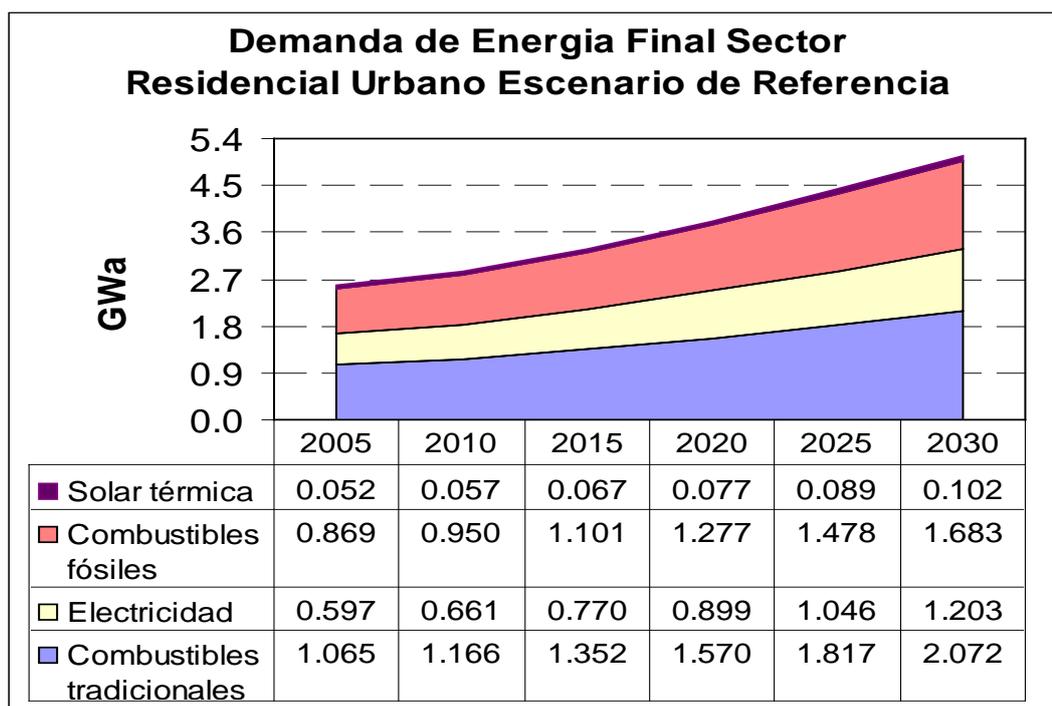
5.4 ESCENARIOS PROYECTADOS EN EL SECTOR RESIDENCIAL

En esta sección se muestra el comportamiento de la demanda de energía final para el sector residencial urbano, rural y la suma de ambos

subsectores en el periodo de proyección (2005 – 2030) por tipo de combustibles para el único escenario de referencia⁽¹⁰⁾ modelado.

En la figura 5.17 se muestra el comportamiento del consumo proyectado para el sector residencial urbano, se observa que el consumo de los combustibles tradicionales crecerán desde 1.065 hasta 2.072 GWh, seguido por el crecimiento de los combustibles fósiles desde 0.869 hasta 1.683 GWh, la energía eléctrica desde 0.597 hasta 1.203 GWh y finalmente la energía solar térmica se incrementará desde 0.052 hasta 0.102 GWh.

Figura 5.17 Demanda de energía final del sector residencial urbano (E. R.)



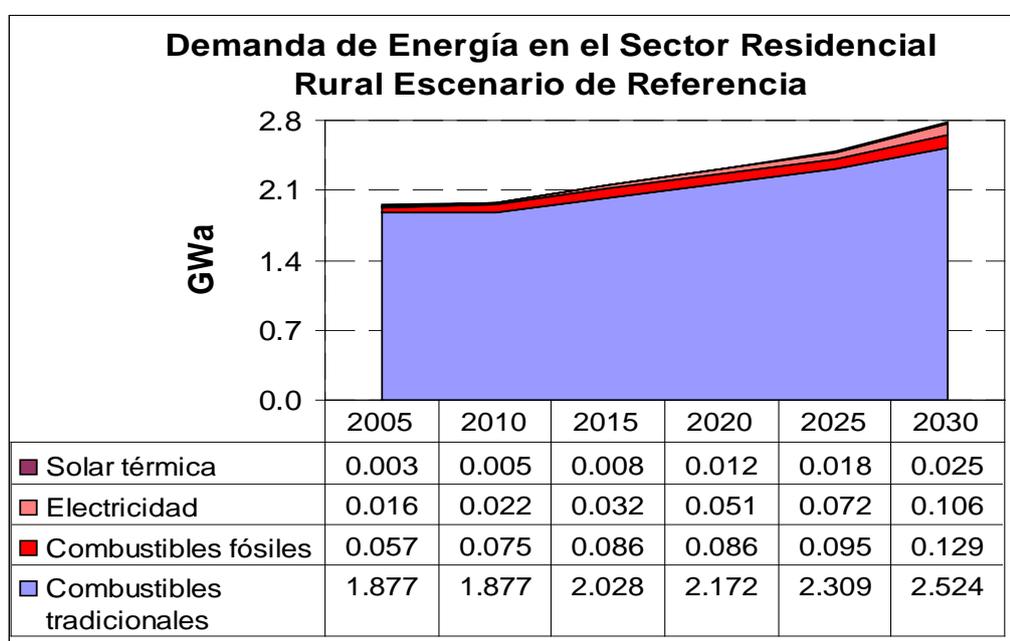
Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.18 se muestra el comportamiento del consumo proyectado de energía final para el sector residencial rural, se observa que

⁽¹⁰⁾ Sólo se consideró un escenario de crecimiento poblacional mostrado en el cap. 2.

el consumo de combustibles tradicionales se incrementará desde 1.877 GWa en el año 2005 hasta 2.524 GWa en el año 2030, los combustibles fósiles incrementarán su utilización desde 0.057 hasta 0.129 GWa, la energía eléctrica crecerá desde 0.016 hasta 0.106 GWa y finalmente la demanda de energía solar térmica se incrementará desde 0.003 hasta 0.025 GWa.

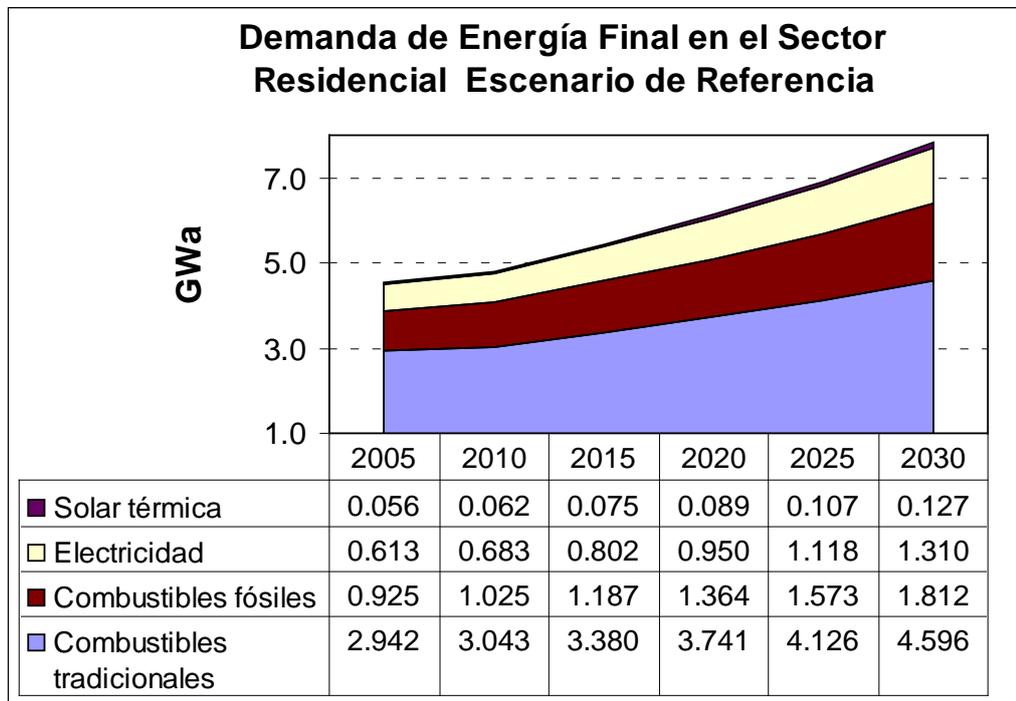
Figura 5.18 Demanda de energía final del sector residencial rural (E. R.)



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.19 se muestra la suma de los consumos del sector residencial urbano y rural por tipos de combustibles, se observa que los combustibles tradicionales se incrementarán desde 2.942 hasta 4.596 GWa seguida de los combustibles fósiles que se incrementarán desde 0.925 hasta 1.812 GWa, la energía eléctrica se incrementará desde 0.613 hasta 1.310 GWa y finalmente la energía solar térmica se incrementará desde 0.056 hasta 0.127 GWa.

Figura 5.19 Demanda de Energía final del sector residencial (E. R.)



Fuente: Elaboración propia

5.5 ESCENARIOS PROYECTADOS EN EL SECTOR SERVICIOS

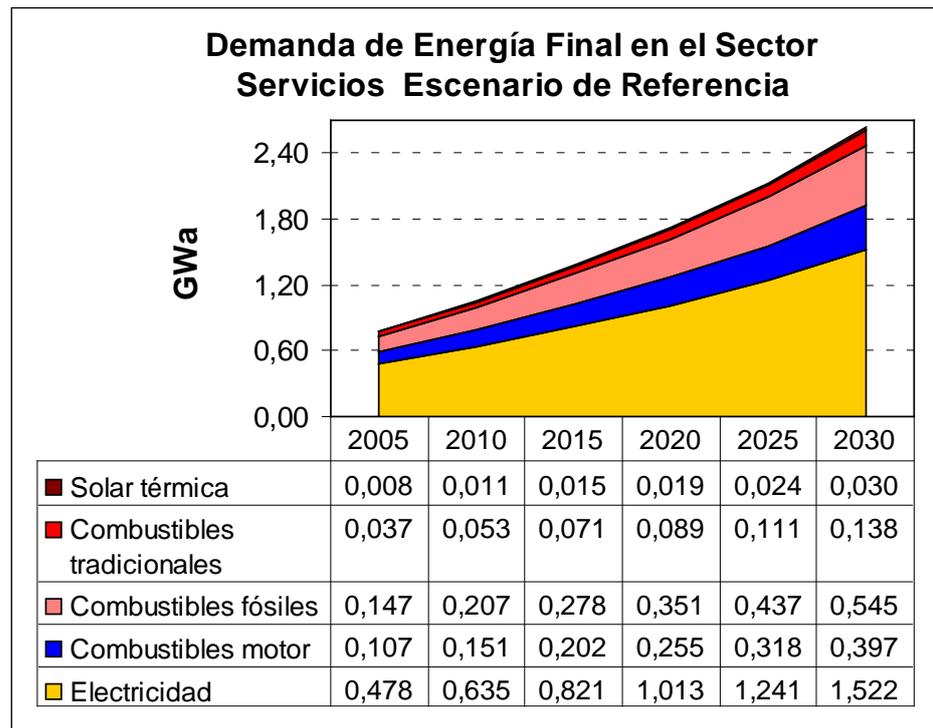
En esta sección se muestra el comportamiento de la demanda de energía final para el periodo de proyección (2005 – 2030) del sector servicios que tiene dos subsectores (comercial-servicios y público) considerando tres escenarios de demanda de energía (medio o de referencia, alto y bajo).

5.5.1 ESCENARIO DE REFERENCIA

En la figura 5.20 se muestra el comportamiento de la demanda proyectada de energía final del sector servicios por tipos de combustible, la energía eléctrica incrementará su consumo desde 0.478 hasta 1.522 GWha seguido de los combustibles para motor desde 0.107 hasta 0.397 GWha, los combustibles fósiles se

incrementarán desde 0.147 hasta 0.545 GWa, los combustibles tradicionales desde 0.037 hasta 0.138 GWa y finalmente la energía solar térmica se incrementará desde 0.008 hasta 0.030 GWa en el 2030.

Figura 5.20 Demanda de energía final del sector servicios (E. R.)



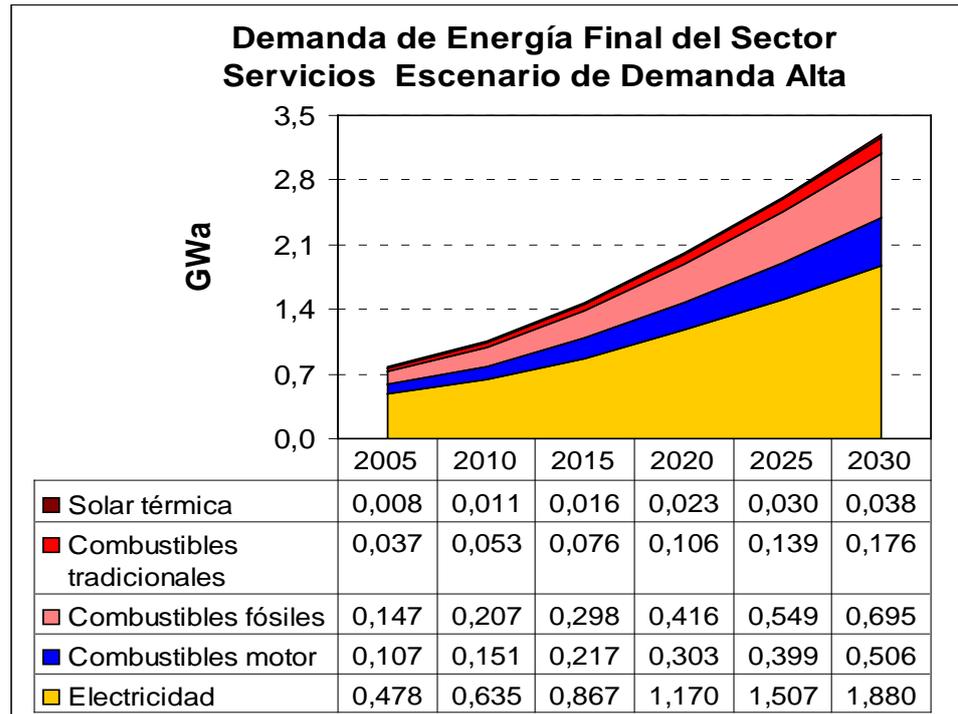
Fuente: Elaboración propia

5.5.2 ESCENARIO ALTERNATIVO DE DEMANDA ALTA

En la figura 5.21 se muestra el comportamiento de la demanda de energía final en el sector servicios por tipos de combustible para el escenario de demanda alta, se observa que la energía eléctrica es la fuente más utilizada y su consumo se incrementará desde 0.478 hasta 1.88 GWa seguido de los combustibles para motor que se incrementarán desde 0.107 hasta 0.506 GWa, los combustibles fósiles se incrementarán desde 0.147

hasta 0.695 GWa, los combustibles tradicionales se incrementarán desde 0.037 hasta 0.176 GWa y finalmente la energía solar térmica tendrá un incremento desde 0.008 hasta 0.038GWa.

Figura 5.21 Demanda de energía final del sector servicios (E. D. A)



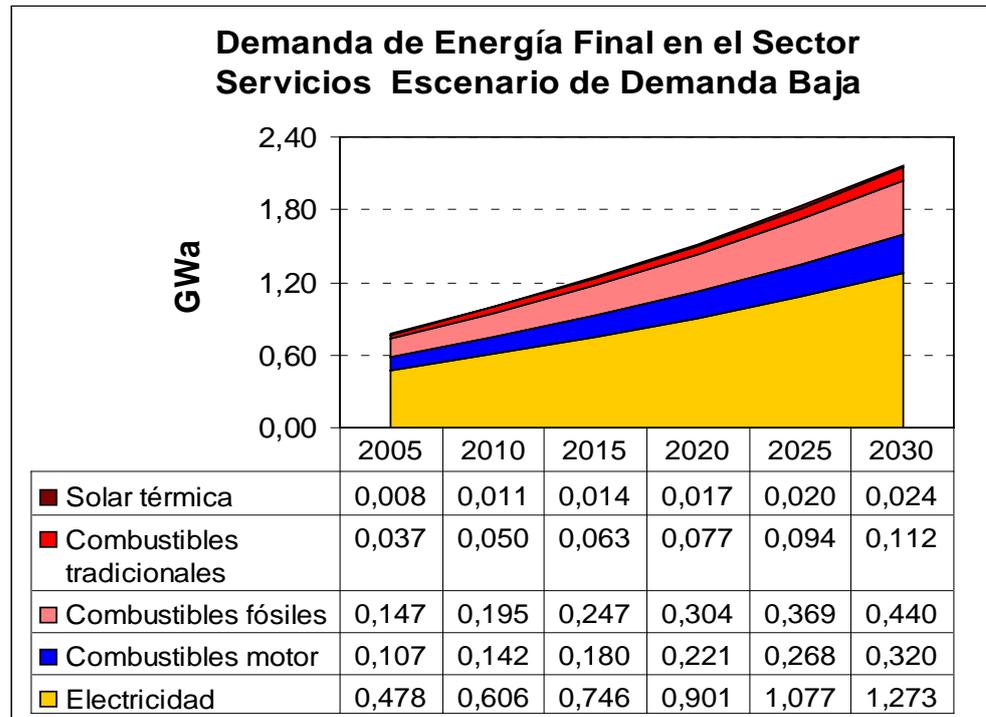
Fuente: Elaboración propia

5.5.3 ESCENARIO ALTERNATIVO DE DEMANDA BAJA

En la figura 5.22 se muestra el comportamiento del consumo de energía final para el sector servicios en el escenario de demanda baja para el periodo de proyección (2005 -2030), se observa que el consumo de energía eléctrica se incrementará desde 0.478 hasta 1.273 GWa, el consumo de combustibles para motor se incrementará desde 0.107 hasta 0.320 GWa, los combustible fósiles se incrementarán desde 0.147 hasta 0.440GWa, los combustibles tradicionales desde 0.037 hasta

0.112GWa y finalmente la energía solar térmica se incrementará desde 0.008 hasta 0.024 GWa en el 2030.

Figura 5.22 Demanda de energía final del sector servicios (E. D. B.)



Fuente: Elaboración propia

5.6 PROYECCIONES DE DEMANDA NACIONAL DE ENERGÍA

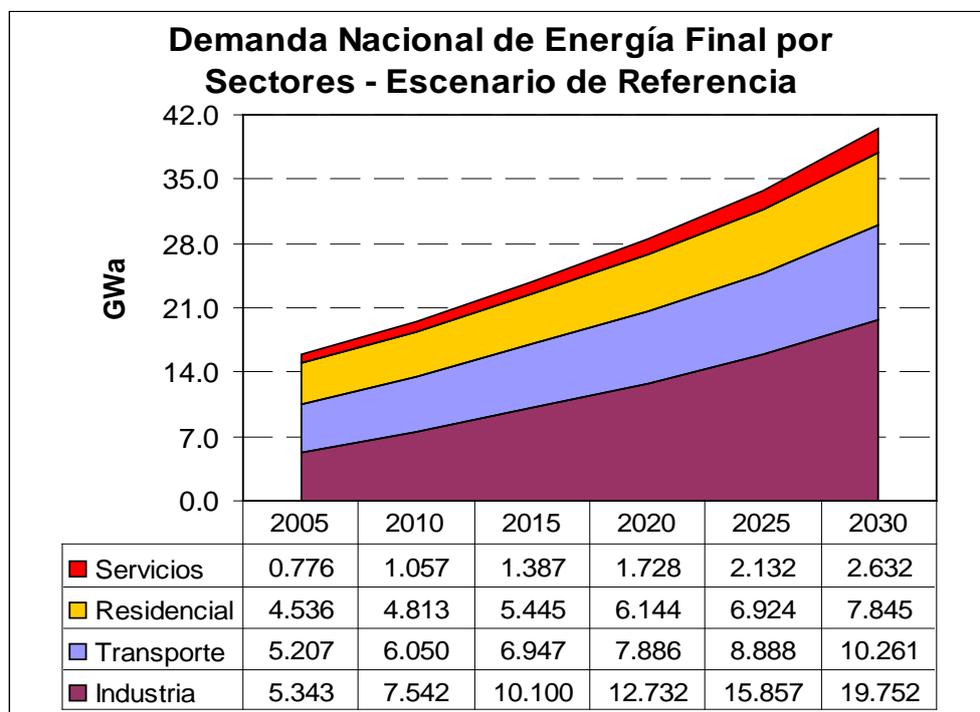
En esta sección se muestra el comportamiento de la demanda nacional de energía final por sectores y tipos de combustibles para el periodo de proyección (2005 – 2030) considerando los escenarios (medio o referencial, alto y bajo).

5.6.1 PROYECCIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA

En la figura 5.23 se muestra el comportamiento del consumo nacional de energía final proyectada por sectores energéticos para el escenario referencial, el sector con mayor crecimiento será el industrial que se incrementará desde 5.343 hasta 19.752 GWa, el

sector transporte se incrementará desde 5.207 hasta 10.261 GWa, el sector residencial se incrementará desde 4.536 hasta 7.845 GWa y finalmente el sector servicios que se incrementará desde 0.776 hasta 2.632 GWa. La energía total en este escenario se incrementa desde 15.863 GWa en el 2005 hasta 40.49 GWa en el 2030.

Figura 5.23 Demanda nacional de energía final escenario referencial

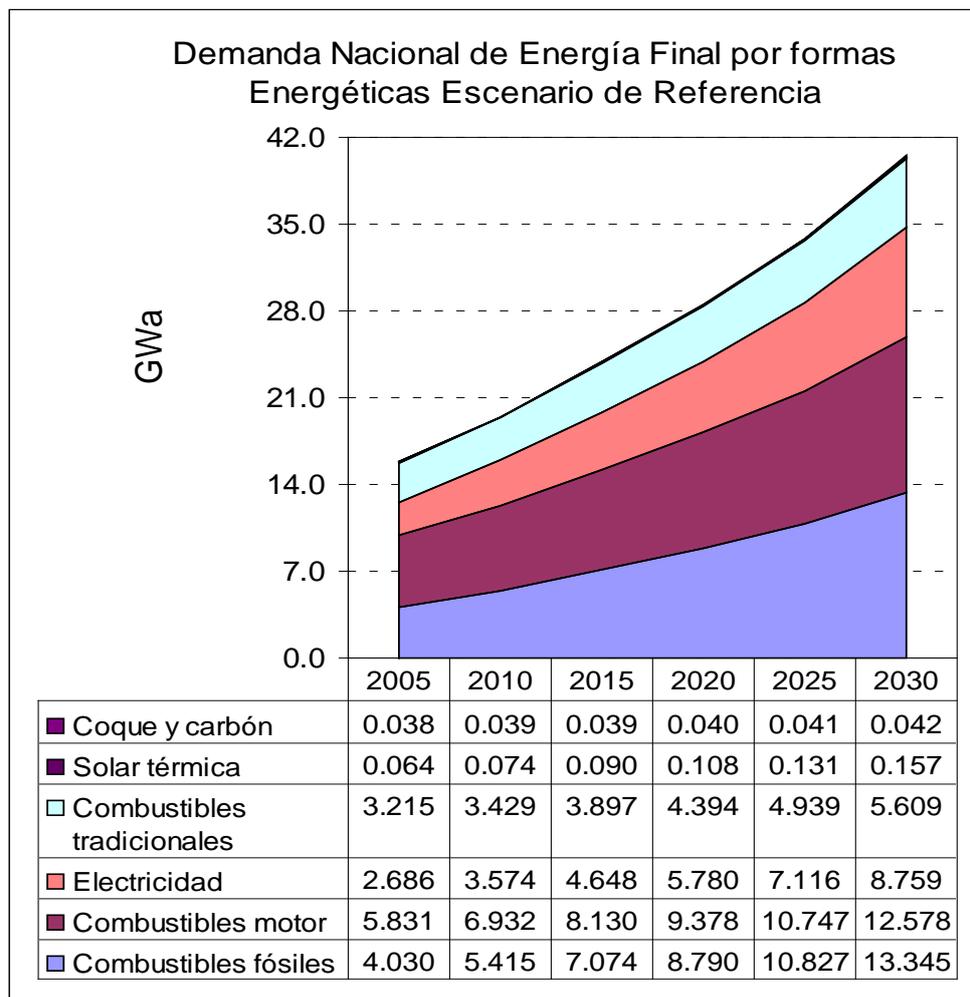


Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.24 se muestra el comportamiento del consumo nacional de energía proyectado por tipos de combustibles para el escenario referencial, los combustibles más utilizados serán los combustibles fósiles que se incrementarán desde 4.03 hasta 13.345 GWa, los combustibles para motor incrementarán su consumo desde 5.831 hasta 12.578 GWa, la energía eléctrica se incrementará desde 2.686 hasta 8.759 GWa, los combustibles tradicionales se

incrementarán desde 3.215 hasta 5.609 GWa, la energía solar térmica se incrementará desde 0.064 hasta 0.157 GWa y finalmente el coque y carbón se incrementarán desde 0.038 hasta 0.042 GWa en el 2030.

Figura 5.24 Demanda nacional de energía por formas energéticas (E. R.)



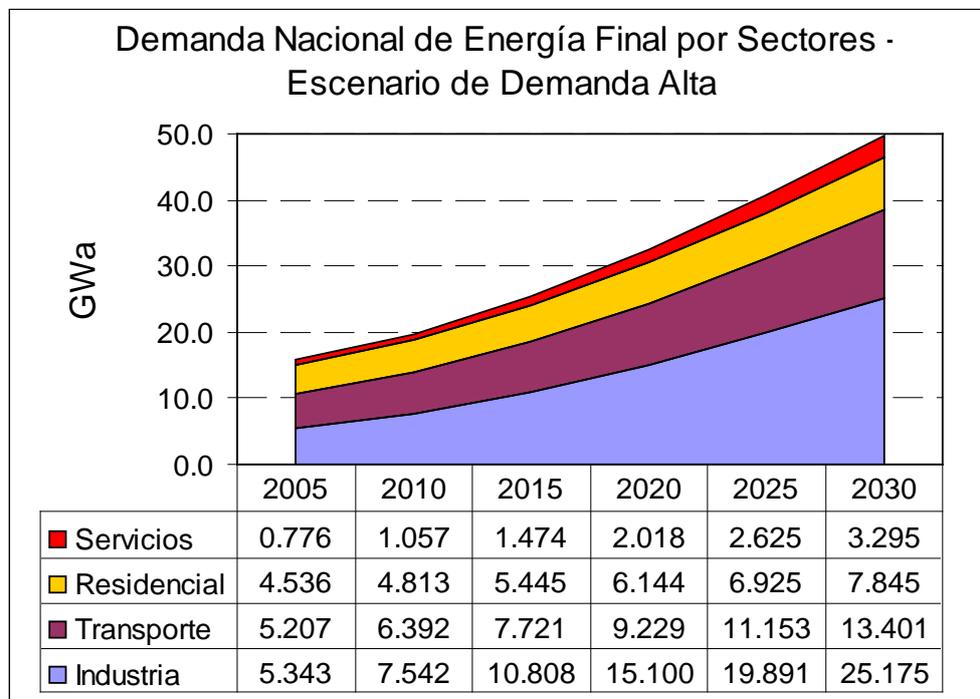
Fuente: Elaboración propia

5.6.2 PROYECCIÓN DEL ESCENARIO DE DEMANDA ALTA

La figura 5.25 muestra el comportamiento de la demanda nacional de energía final por sectores para el escenario de demanda alta durante el periodo de proyección (2005 – 2030), la demanda de

energía para el sector industrial crecerá desde 5.343 hasta 25.175 GWa, el sector transporte se incrementará desde 5.207 hasta 13.401 GWa, el sector residencial se incrementará desde 4.536 hasta 7.845 GWa y el sector servicios se incrementará desde 0.776 hasta 3.295 GWa. La demanda total de energía se incrementará desde 15.863 GWa en el 2005 hasta 49.715 GWa en el 2030.

Figura 5.25 Demanda nacional de energía final escenario demanda alta

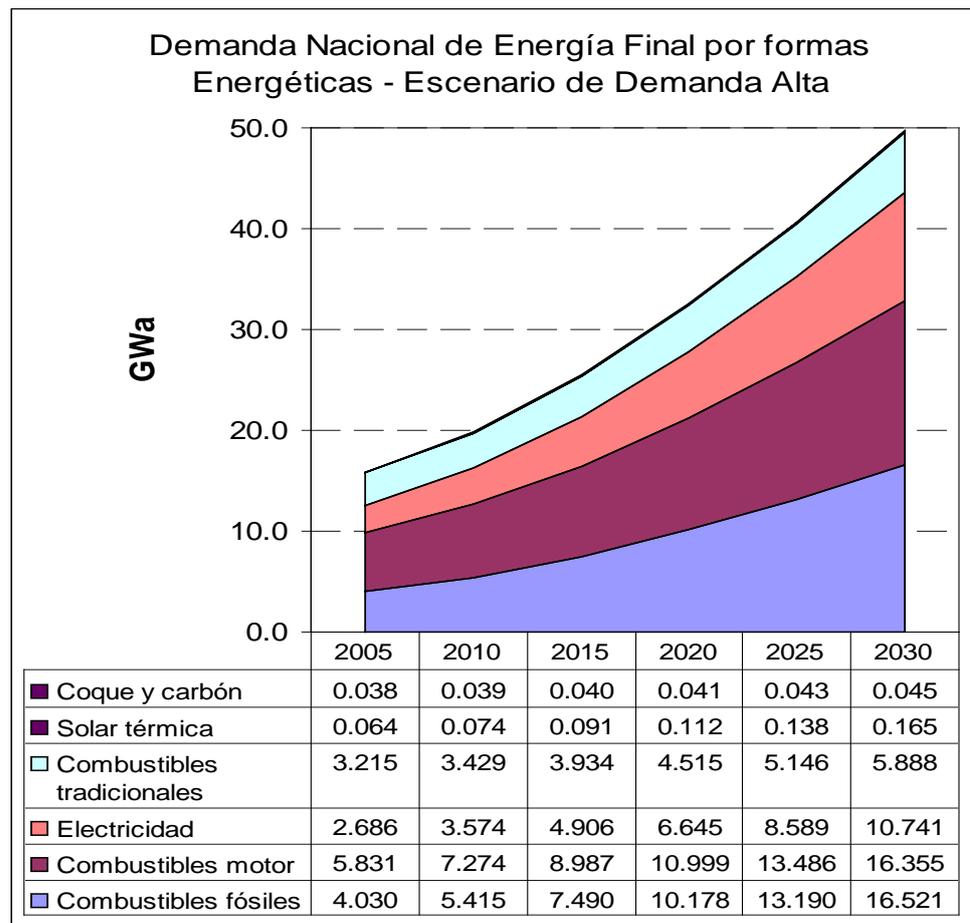


Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.26 se muestra el comportamiento de la demanda nacional de energía final para el escenario de demanda alta por tipo de combustibles, los combustibles fósiles se incrementarán desde 4.030 GWa hasta 16.521 GWa, los combustibles para motor se incrementarán desde 5.831 GWa hasta 16.355 GWa, la energía eléctrica se estima que se incrementará desde 2.686 hasta 10.741

GWa, los combustibles tradicionales se incrementarán desde 3.215 hasta 5.888 GWa, la energía solar térmica desde 0.064 hasta 0.165 GWa y finalmente el coque y carbón se incrementarán desde 0.038 hasta 0.045 GWa en el 2030.

Figura 5.26 Demanda nacional de energía por formas energéticas (E. D. A.)



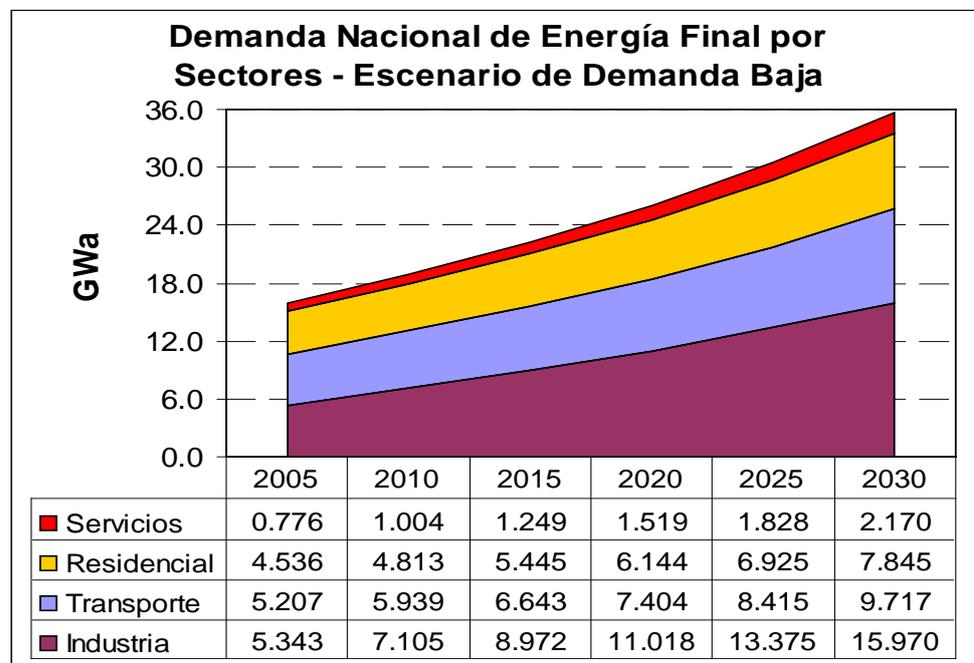
Fuente: Elaboración propia

5.6.3 PROYECCIÓN DEL ESCENARIO DE DEMANDA BAJA

En la figura 5.27 se muestra el comportamiento de la proyección de la demanda nacional de energía final por sectores para el escenario de demanda baja en el periodo de proyección (2005 – 2030). La demanda de energía en el sector industrial se

incrementará desde 5.343 hasta 15.97 GWa, en el sector transporte el consumo se incrementará desde 5.207 hasta 9.717 GWa, en el sector residencial se incrementará desde 4.536 hasta 7.845 GWa y en el sector servicios se incrementará desde 0.776 hasta 2.17 GWa. La demanda de energía total se incrementará desde 15.863 GWa en el 2005 hasta 35.702 GWa en el 2030.

Figura 5.27 Demanda nacional de energía final escenario demanda baja

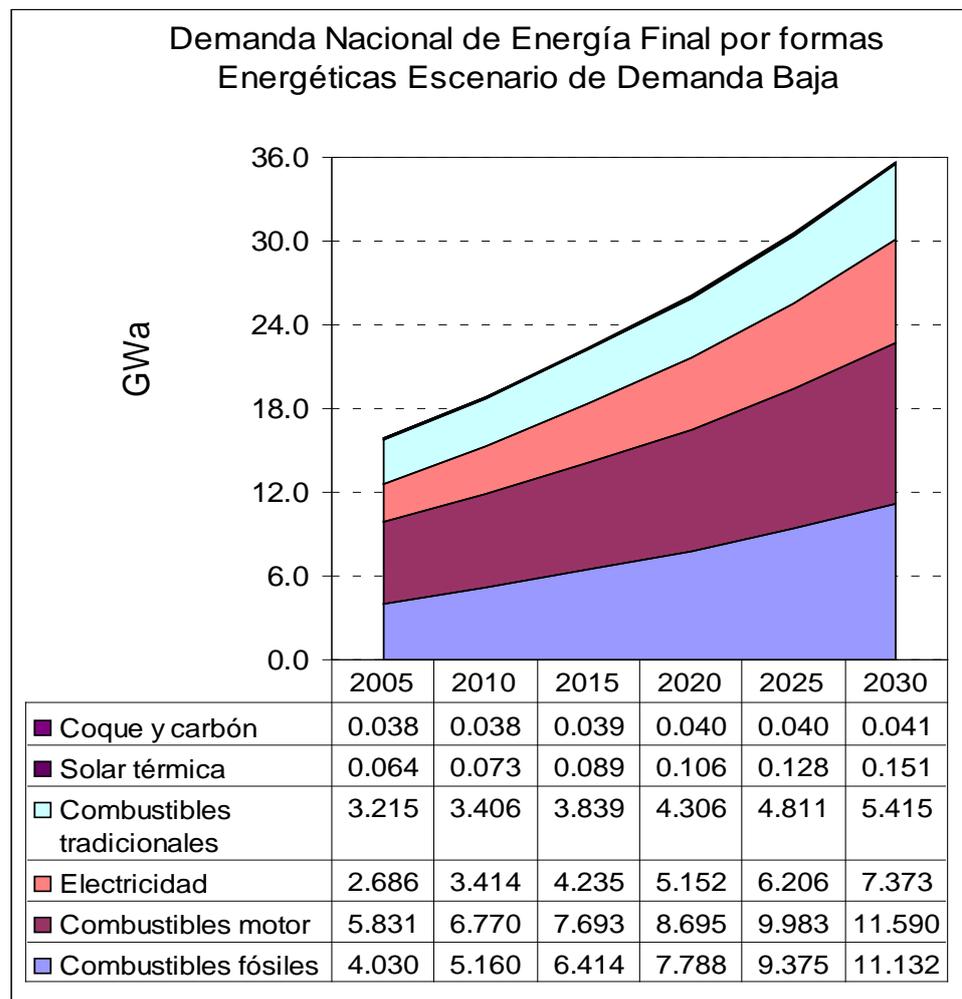


Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.28 se muestra el comportamiento de proyección de la demanda nacional de energía final para el periodo de proyección (2005 – 2030) en el escenario de demanda baja por tipos de combustible, los combustibles fósiles se incrementarán desde 4.03 GWa hasta 11.132 GWa, los combustibles para motor se incrementarán desde 5.831 hasta 11.59 GWa, la energía eléctrica se incrementará desde 2.686 hasta 7.373 GWa, los combustibles

tradicionales se incrementarán desde 3.215 hasta 5.415 GWa, la energía solar térmica se incrementará desde 0.064 hasta 0.151 GWa y finalmente el coque y carbón se incrementarán desde 0.038 hasta 0.041 GWa.

Figura 5.28 Demanda nacional de energía por formas energéticas (E. D. B.)

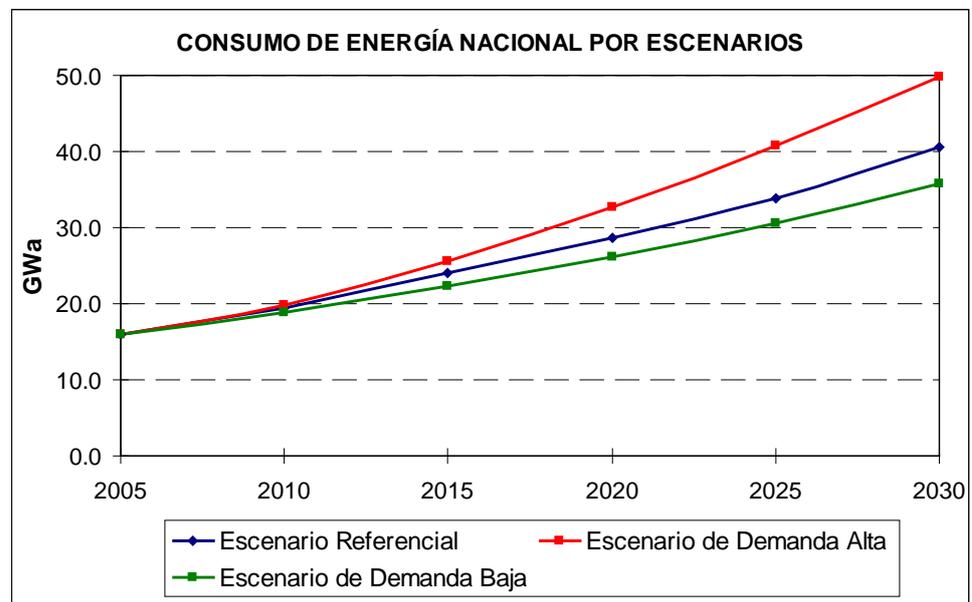


Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.29 se muestra el consumo nacional de energía final proyectado (2005 – 2030) con los tres escenarios considerados, se puede apreciar que en el año base (2005) la demanda nacional de energía es 15.863 GWa. En el escenario de demanda baja esta

demanda aproximadamente se duplica (35.702 GWa) en el año 2030; pero en el escenario tendencial, la demanda del año base será duplicada en el año 2027 y se incrementará en un 260% en el 2030 (40.49 GWa); mientras que en el escenario de mayor consumo la demanda del año base será duplicada en el año 2022 y se incrementará en un 310% en el año 2030 (49.715 GWa).

Figura 5.29 Consumo nacional de energía por escenarios



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI

CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

En la hipótesis general se afirma que:

Los factores sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo, influyen significativamente en la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo (2010 – 2025).

Las hipótesis específicas que se plantearon para facilitar su contrastación son:

- H.1 La variación de la demanda nacional de energía (1998 – 2009) utilizando un modelo energético que considere los factores (sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo) debe ser mínima respecto a respecto a los resultados de los balances nacionales y regionales desde el año 1998 hasta el 2009.
- H.2 A mayor crecimiento de los factores sociales y los hábitos de consumo, mayor es la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo (2010 – 2025).
- H.3 A mayor crecimiento de los factores económicos y tecnológicos (mejora de la eficiencia energética), menor es el incremento de la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo (2010 – 2025).

6.1 **HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°1:** Variación de la demanda de energía a nivel nacional (1998 - 2009)

Para contrastar la primera hipótesis se evalúa la eficacia del modelo energético utilizado y de los factores escogidos en el desarrollo de la presente tesis, un primer parámetro de análisis, ha sido evaluar el modelo energético MAED_D y los factores escogidos en un periodo histórico (1998 – 2009) y compararlo con los resultados de estudios similares existentes en el sector energético nacional.

Para ello se considera tres estudios de demanda de energía a nivel nacional utilizando la información existente del sector energético nacional. Para el año base en el periodo histórico se utiliza el Balance Nacional de Energía Útil (BNEU) del año 1998 (estudio integral de energía) y para el último año del periodo histórico se utilizó el balance regional de energía (BRE) del 2009; los estudios energéticos del consumo nacional de energía a comparar son:

- A) Balances Nacionales de Energía (BNE) para el periodo 1998 al 2009.
- B) Plan Referencial de Energía (PRE 1998 - 2015) escenario 1 y 2.
- C) Los resultados del modelo (MAED_D) escenario referencial en el periodo (1998 – 2009).

En el cuadro 6.1 se aprecia el comportamiento de la demanda nacional de energía para el periodo histórico (1998 – 2009) y el proyectado (2010 – 2025) de los estudios energéticos existentes. Para fines de comparación se tomara el periodo histórico de los tres estudios mencionados.

Cuadro 6.1 comportamiento de la demanda nacional de energía (1998 – 2025)

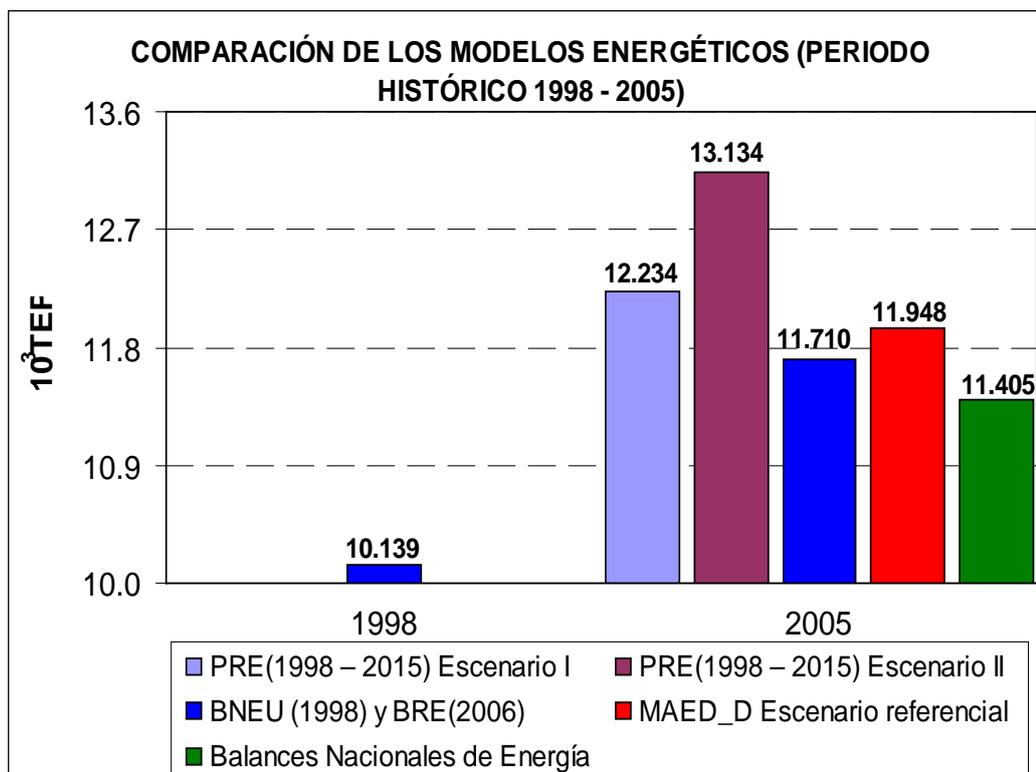
DEMANDA NACIONAL DE ENERGÍA 1998 – 2030 (10 ³ tep ó ktep)						
Años	1998	2005	2010	2015	2020	2025
PRE(1998 – 2015) Escenario I	10139	12234	13955	15986		
PRE(1998 – 2015) Escenario II	10139	13134	15520	18496		
Balances Nacionales de Energía	10139	11405				
MAED_D Escenario referencial	10139	11 948	14660	17987	21459	25460
MAED_D Escenario alto		11 948	14918	19168	24473	30575
MAED_D Escenario bajo		11 948	14207	16804	19649	23006
BNEU (1998) y BRE(2006)	10139	11710				

Fuente: BNE (1998 – 2005), BNEU (1998), MAED (1998 – 2025), PRE (1998 – 2015)

En la figura 6.1 se aprecia que el modelo MAED_D (escenario referencial) tiene la mayor aproximación respecto a los valores utilizados como patrón para este estudio (BNEU – 1998), esta aproximación es del orden de 238.32 ktep que representa un 2.04% del total de energía demandada ese año) frente al caso del plan referencial de energía que más se aproxima (524 ktep que representa el 4.47% del total de energía demandada ese año).

Por lo tanto se puede afirmar que la primera hipótesis específica se acepta como valido puesto que el modelo utilizado para el análisis es el que se aproxima más a los datos obtenidos del sector energético (BNEU 1998, el BRE 2005 y el BNE 2009).

Figura 6.1 Comparación de los modelos energéticos (periodo histórico)

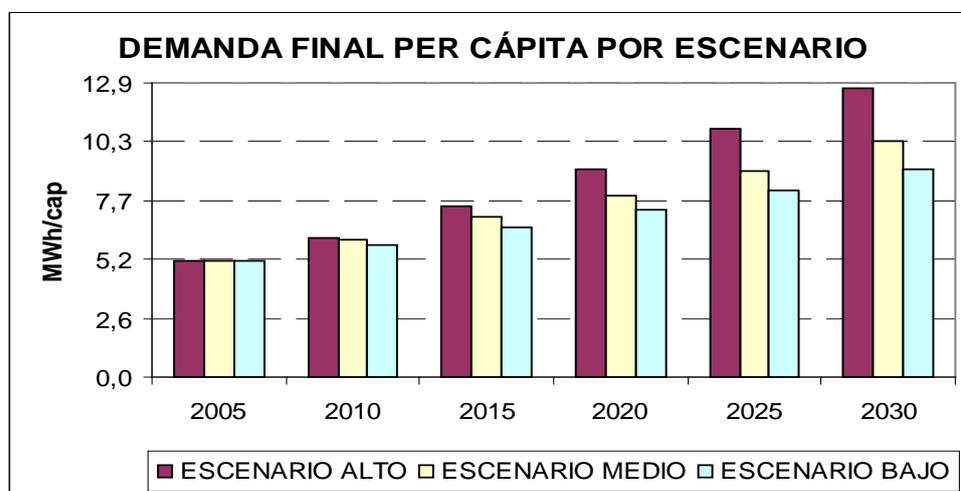


Fuente: BNE (1998 – 2005), BNEU (1998), MAED (1998 – 2005), PRE (1998 – 2015)

6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA N°2: A mayor crecimiento de los factores sociales, económicos y hábitos de consumo mayor es la demanda de energía a nivel nacional (2010 – 2025).

El factor social más importante es el crecimiento demográfico, cuyo indicador energético refleja la relación existente con el consumo de energía final que se denomina “demanda final de energía per cápita” el cual es obtenido dividiendo la energía total final consumida en el sector y la población para cada año proyectado, los resultados se muestran en la figura 6.2.

Figura 6.2 Demanda de energía final per cápita por escenarios

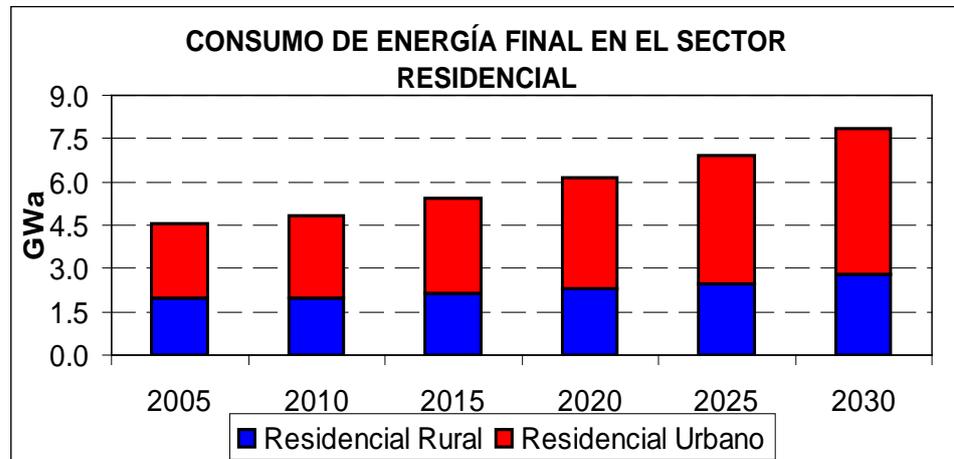


Fuente: BNE (1998 – 2005), MAED (2005 – 2030)

Del gráfico anterior aún no se puede concluir que el crecimiento poblacional influye en la demanda de energía, pero nos da un indicio, la respuesta la obtendremos analizando los supuestos considerados en el sector residencial.

En el cálculo del consumo de energía en el sector residencial se consideran los hábitos de consumo (requerimientos de energía) para: calefacción, aire acondicionado, cocción, iluminación y calentamiento de agua por el número de personas por vivienda, por lo tanto si se incrementa el número de personas por vivienda para cada año proyectado los consumos energéticos correspondientes a esos mismos años también se incrementarán, ver el incremento del número de habitantes en el sector residencial urbano y residencial rural en el capítulo IV (cuadro 4.3), los consumos energéticos para esos incrementos del número de viviendas y de personas que las habitan se muestran en la figura 6.3 a continuación.

Figura 6.3 Consumo de energía final en el sector residencial



Fuente: BRE (2005), MAED_D (2005 – 2030)

En el sector transporte el cálculo se hace en función de la cantidad de vehículos y de los patrones de consumo (requerimientos para el transporte de carga y pasajeros). Como se muestra en el cuadro 6.2 a continuación:

Cuadro 6.2 requerimientos de los sectores residencial y transporte

Ítem	Unidad	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Dist. dentro de la ciudad	km/prsn/día	24.49	27.92	31.83	36.28	41.36	47.15
Dist. entre ciudades	[km/prsn/año]	2145	2596	3047	3498	3949	4400
Tenencia de autos	[pers./auto]	28.41	22.97	16.78	12.17	11.24	9.97
Autos-kilómetros	[km/auto/año]	4675	5002	5352	5727	6128	6557
R. de AC apart. urbano	[kWh/viv/año]	768	768	783	799	815	831
R. de AC casas urbano	[kWh/viv/año]	1536	1536	1567	1598	1630	1663
R. de cocción urbano	[kWh/viv/año]	1171	1171	1229	1291	1355	1423
C. en equipamiento Elec. U.	[kWh/viv/año]	807	807	847	889	934	980
Grado de electrificación U.	[%]	95	96	96.5	97	97.5	98.5
Comb. fósil para ilum. urbana	[kWh/viv/año]	180.6	180.6	189.6	199.1	209.1	219.5
R. de AC en casas rurales	[kWh/viv/año]	768	768	768	768	768	768
R. de AC en viv. rusticas	[kWh/viv/año]	768	768	768	768	768	768
R. de cocción rural	[kWh/viv/año]	1603	1603	1731	1869	2019	2180
C. en equipamiento Elec. R	[kWh/viv/año]	113	141	176	220	275	343.8
Grado de electrificación rural	[%]	65	68.5	72.5	75	80	85
Comb. fósil para ilum. rural	[kWh/viv/año]	176.7	176.7	176.7	176.7	176.7	176.7

Fuente: BRE (2005), International Institute for Applied System Analysis (IIAA) Evolution of Future Energy Demands till 2030 in Different World Regions, INEI, PIT-MTC

De lo expuesto anteriormente se puede concluir que a mayor crecimiento demográfico y manteniendo los mismos hábitos de consumo, mayor será la demanda de energía en estos sectores y por lo tanto mayor será el consumo energético nacional, entonces queda demostrado que estos factores tienen influencia en la demanda nacional de energía. La evaluación para cada escenario considerado se realizó en el capítulo anterior.

6.3 HIPÓTESIS ESPECÍFICA N° 3: Factores económicos y tecnológicos

El factor económico más importante de un país es el PBI que representa el nivel de actividad económica del país y por ende el grado de confort personal alcanzado. A su vez la actividad económica y el confort implican un consumo de energía en sus distintas formas; por lo tanto se puede afirmar que la demanda de energía está influenciado por el PBI, siempre y cuando el país esté en un proceso de industrialización (países en vías de desarrollo) como es considerado el Perú para el periodo de proyección (2005 – 2025) ver cuadro 6.3 a continuación.

Cuadro 6.3 Demanda de energía final y PBI por escenarios de estudio

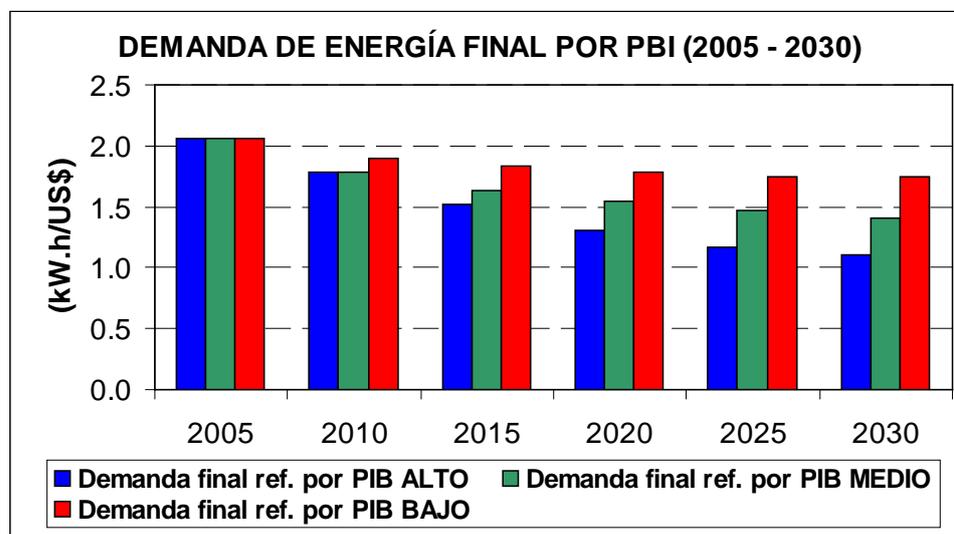
AÑO	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Demanda referencial (GWa)	15.874	19.462	23.879	28.490	33.801	40.490
PBI (referencial) 10 ⁹ US\$	67.614	95.627	128.224	161.754	201.575	251.199
Demanda Alta (GWa)	15.874	19.804	25.447	32.4911	40.592	49.715
PBI (alto) 10 ⁹ US\$	67.614	95.627	137.241	191.922	252.95	320.265
Demanda baja (GWa)	15.874	18.861	22.308	26.086	30.542	35.701
PBI (bajo) 10 ⁹ US\$	67.614	90.057	113.847	139.923	169.944	203.013

Fuente: BNE (1998 – 2005), MAED (2005 – 2030), INEI

Del cuadro anterior se observa que el crecimiento de la demanda nacional de energía como el crecimiento económico guardan cierta relación, pero no es estrictamente proporcional por lo que será necesario que intervengan otras variables como el desarrollo tecnológico porque en la conformación del PBI nacional no se considera el consumo de combustibles vegetales (Leña, bosta, yareta, bagazo y otros combustibles no comerciales) que son muy utilizados para la cocción y calentamiento de agua en el país.

Además es necesario analizar en esta sección porque el indicador “intensidad energética” no puede ser utilizado para explicar la variación de la demanda de energía. En la figura 6.4 se muestra la variación de la demanda de energía final por PBI (intensidad energética) en el periodo de estudio, para lo cual se tomó la proyección de la demanda nacional de energía para el escenario referencial y se dividió entre el PBI de cada escenario; al considerar el PBI alto en el 2025 se obtiene la menor intensidad energética 1.108 kW.h/US\$, con el PBI medio se obtiene 1.412 kW.h/US\$ y finalmente con el PBI bajo en el 2025 se obtiene 1.747 kW.h/US\$. Aparentemente es una contradicción pero lo que el indicador energético da a conocer es el aporte de energía necesario para la producción de una unidad económica en un país en un determinado periodo de tiempo.

Figura 6.4 Demanda de energía final por PBI (2005 – 2030)



Fuente: BNE(1998 – 2005), MAED (2005 – 2030)

Por lo tanto se puede afirmar que el crecimiento económico influye determinadamente en el crecimiento de la demanda nacional de energía pero que no es determinante por si sola pues está asociada al avance tecnológico (Intensidad energética - eficiencia energética).

6.4 HIPÓTESIS GENERAL

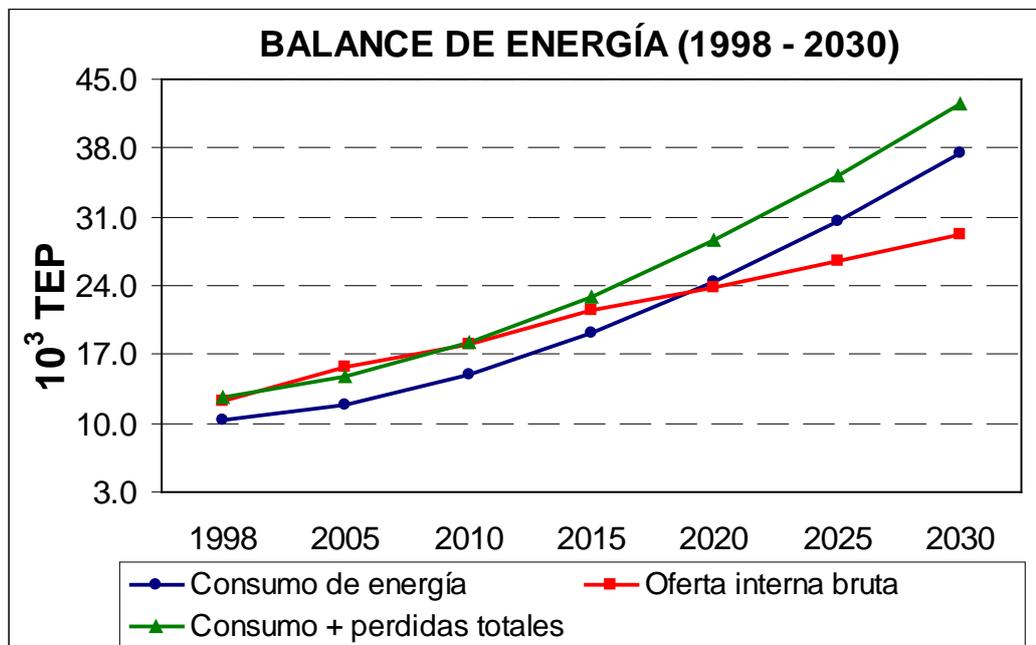
Luego de contrastar las hipótesis específicas se puede afirmar que: los factores sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo, influyen significativamente en la demanda nacional de energía en el mediano y largo plazo (2010 – 2025). Además se puede afirmar que la comparación del modelo usado en el período histórico (1998 – 2005) es mínimo y está en el orden del 2.04% frente al modelo que actualmente se usa para realizar los planes referenciales de energía.

6.5 DISCUSION DE RESULTADOS

Obtenido los resultados de este trabajo se considera necesario hacer una comparación entre el consumo de energía (balances de energía) y la oferta nacional de energía para el periodo histórico y proyectado (1998 – 2030) usando el modelo MAED-D como herramienta para el análisis de las variables consideradas. Dicho resultado se muestra en la figura 6.5.

De mantenerse este ritmo de crecimiento de la oferta energética (recursos) y demanda de energía a nivel nacional y sin el incremento de las reservas de energía especialmente de gas natural y petróleo, aproximadamente a partir del año 2015 se agravará la crisis energética y en el año 2030 la variación entre la demanda y la oferta será de 13,206 ktep que equivale al consumo de energía del año 2008.

Figura 6.5 Comparación entre la oferta y demanda de energía (1998 – 2030)



Fuente: BNE 1998 – 2006

CONCLUSIONES

- 1º. El modelo MAED_D que considera los factores sociales, económicos, tecnológicos y los hábitos de consumo evaluados en un periodo histórico (1998 – 2009), tiene una menor variación (2.04%) respecto a la demanda nacional de energía obtenida en los balances regionales de energía (2005) y balances nacionales de energía (1998 – 2009).
- 2º. El crecimiento demográfico y los hábitos de consumo influyen en el incremento de la demanda nacional de energía. Si se analiza el sector residencial considerando una tasa de crecimiento anual de la demografía de 0.942% origina que la demanda nacional de energía final se incremente desde 4.813 GWa en el 2010 hasta 6.924 GWa en el 2025. En el sector transporte considerando el crecimiento de parque vehicular desde 1 781 534 vehículos en el año 2010 hasta 3 942 723 y 4 579 950 vehículos en los escenarios bajo y alto respectivamente el en el 2025 originan que la demanda de energía en ese sector el año 2025 sea de 8.415 GWa en el escenario bajo, 8.888 GWa en el escenario tendencial y 11.153 GWa en el escenario alto.

- 3°. El crecimiento económico influye en el crecimiento de la demanda nacional, pero que no es determinante por sí sola, pues está asociada al avance tecnológico (eficiencia energética - intensidad energética).
- 4°. Por las características del estudio no experimental (transeccional), las variables que influyen en la demanda de energía a nivel nacional (crecimiento demográfico, crecimiento económico, hábitos de consumo y el desarrollo tecnológico) deben ser analizadas en forma simultánea; por lo tanto, sólo se considera el efecto combinado en la demanda de energía a nivel nacional.
- 5°. El modelo MAED_D es una herramienta que se adecua para determinar la proyección de la demanda de energía a nivel nacional porque puede considerar de manera simultánea las variables causales (crecimiento demográfico, crecimiento económico, hábitos de consumo y el desarrollo tecnológico), por lo tanto ofrece algunas ventajas frente a los modelos macroeconómicos que sólo consideran el PBI (no considera el uso de combustibles energéticos no comerciales como: la bosta, leña, yareta y bagazo).

RECOMENDACIONES

- 1º. La diferencia del consumo de energía entre los escenarios alto y bajo para el año 2025 es de 10.013GWh (63.12% del consumo de energía del año 2005), la diferencia de los supuestos de estos escenarios radican en políticas energéticas y económicas, por lo tanto se recomienda implementar el centro de planeamiento estratégico (CEPLAN creado el año 2006, pero que hasta la fecha no ha entrado en funcionamiento), para coordinar los esfuerzos de los diferentes sectores y reunirlos en un plan estratégico nacional que tenga carácter vinculante y que sea controlado en sus objetivos planteados; este planeamiento deberá ser concertado entre las empresas privadas, el estado (MEM- OSINERGMIN) y los partidos políticos para establecer políticas energéticas de largo y mediano plazo.
- 2º. Se recomienda realizar balances nacionales de energía útil en períodos máximos de 5 años para tomar medidas correctivas en los sectores más críticos de consumo de energía y evaluar la eficiencia de transformación de energía final a útil que es la que realmente sirve para la satisfacer de los requerimientos energéticos, adicionalmente se pueden utilizar los

resultados de los BNEU para controlar, ajustar y mejorar los modelos energéticos utilizados en el planeamiento energético.

- 3°. Se recomienda implementar a nivel nacional una cultura de ahorro y uso eficiente de la energía, esto permitirá reducir los niveles de consumo hasta en un 40%, teniendo en cuenta que en el Perú sólo el 37% de la energía primaria se convierte en energía útil de acuerdo a estudios realizados por OLADE.
- 4°. No se debe analizar la demanda nacional de energía utilizando variables correlativas, porque será necesario disponer de información más detallada del sector energético y se pueden duplicar u omitir algunos segmentos de las cadenas energéticas de las fuentes de energía comercial y no comercial, esta última con mayor incidencia porque al no ser comerciales no se lleva un control estricto de su consumo.
- 5°. Se deben realizar auditorías energéticas y encuestas por sectores y módulos homogéneos para determinar con más detalle valores de los principales indicadores energéticos, esto permitirá el uso de diversos modelos energéticos (de usos finales y/o mixtos) que como el MAED_D requieren de estos indicadores para realizar la evaluación de la demanda nacional de energía.
- 6°. Es necesario plantear la alternativa de una central nuclear para la generación de energía eléctrica en el planeamiento energético nacional teniendo en cuenta el que tiempo mínimo para su construcción es de 8 años que es el horizonte de abastecimiento del gas de Camisea considerando las

reservas probadas para la generación eléctrica, asimismo incentivar el uso de centrales eólicas y solares; de esta manera se puede ampliar el horizonte para el uso del gas natural en el sector residencial y el transporte, con estas medidas también reduciría la vulnerabilidad de los precios internacionales del petróleo y se amplía la matriz energética nacional.

- 7°. Se recomienda incentivar y apoyar el desarrollo sostenible con fuentes renovables y/o más eficientes en especial en las zonas rurales donde los costos de los combustibles debido al transporte son más elevados que el de las ciudades con programas de mejora de eficiencia en la combustión como lo vienen realizando de manera aislada por el estado con el programa la cocina de mi barrio y Organismos no Gubernamentales (ONG) como: PROPERU y ADRAPERU en los que se instruye a la población rural en la construcción y utilización de estas cocinas mejoradas que afectan menos la salud de las personas y son respetuosos del medio ambiente y la economía de estas personas.
- 8°. Se debe promocionar el uso del gas natural y líquidos de gas natural en la elaboración de industrias petroquímicas (permitirá obtener mayor valor agregado) atrayendo inversión nacional y extranjera en el País.
- 9°. Ampliar el horizonte energético mediante el incentivo a la exploración petrolera y gasífera para incrementar las reservas con participación del estado y la empresa privada nacional y extranjera.

BIBLIOGRAFÍA

1. Biblioteca Salvat de Grandes Temas. El desarrollo Económico. España Salvat Editores S. A. Barcelona; 1975.
2. Daniel H. B., Economía de la energía, Instituto de la energía - Fundación Bariloche, Argentina 2004.
3. De Juana Sardón J., Francisco García A., Fernández González J., Santos García F., Herrero García M., Energías renovables para el desarrollo, Editorial Paraninfo Thomson Learning, España 2002.
4. Forúm Atómico Nuclear (FAE). El libro de la energía, Madrid 1987
5. Hernández S., Fernández C., Baptista L. Metodología de la investigación, Editorial. Mc. Graw Hill, Colombia 1996.
6. Hunt Daniel V. Diccionario de Energía, Editorial Publicaciones Marcombo S.A., México 1984.
7. INEI Compendio estadístico 2009: escrito y publicado por el Sistema Estadístico Nacional (SEN) Lima 2006
8. INEI, Compendio estadístico 2006: Escrito y publicado por el Sistema Estadístico Nacional (SEN) Lima 2007.
9. INEI, Condiciones de vida en los departamentos del Perú 2003 – 2004. Escrito y publicado por el Sistema Estadístico Nacional (SEN) Lima 2005.
10. INEI – UNFPA – PUND. Perfil sociodemográfico del Perú: censos 2007 de población y vivienda; agosto 2008.

11. Marks, Manual del Ingeniero Mecánico (tomos I y II), 3ª edición, Editorial McGraw-Hill, Interamericana de México 1998.
12. Ministerio de Energía y Minas (MEM - DGE), Anuario Estadístico 2006, Dirección de promoción y estudios; 2007.
13. (OIEA – AIE – EUROSTAT – AEMA), Indicadores energéticos para el desarrollo sostenible; directrices y metodologías. Austria 2008
14. OLADE. Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Enfoques para la política energética. Quito Ecuador. CEPAL – GTZ Editores 1998.
15. Organismo Internacional de Energía Atómica, Modelo para el Análisis de la Demanda de Energía (MAED_D). Manual del Usuario, Viena 2007.
16. Parkin M., Macroeconomía. 2ª edición, Editorial Addison Wesley Iberoamericana. Wilmington, Delaware, E. U. A. 1995.
17. Programa de Estudios e Investigaciones en Energía - Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica (GTZ), Estudio de las relaciones entre la eficiencia energética y el desarrollo económico. Santiago, Julio 2003.
18. MEM, Balance de Energía Útil: 1998. Escrito y publicado por la OGPP el año 2000 [Internet], [acceso 12 noviembre 2011] disponible en: http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos/pub_ogp_balanenerutil1998.asp
19. MTC, [sitio Web]* Plan intermodal de transporte (PIT) 2004 – 2023: escrito y publicado por la Oficina General de Planificación y Presupuesto (OGPP), Lima diciembre 2005 disponible en www.mtc.gob.pe

20. MEM, Balance Nacional de energía 2005: Escrito y publicado por la Oficina de Planeamiento y Política Sectorial (OPPS) [Internet] agosto del 2007 [acceso 12 noviembre 2011] disponible en: www.minem.gob.pe/archivos/dgh/publicaciones/oterg/balance2005.pdf
21. MEM, Plan Referencial de energía al 2015: publicado por la Oficina Técnica de Energía (OTERG) [Internet], [acceso 19 diciembre 2010] disponible en: www.minem.gob.pe/archivos/dgh/publicaciones/oterg.pdf
22. MEM, Lineamientos de Política de Largo Plazo para el Sector Energía: Escrito y publicado por la Dirección General de Electricidad (DGE) [Internet] setiembre 2002, [acceso 03 enero 2010] disponible en:
23. www.minem.gob.pe/archivos/dgh/publicaciones/oterg/energiaintegral/CONSOLIDADO%20FINAL%20PRE.pdf
24. MEM, Plan referencial de hidrocarburos 2007 - 2016: Escrito y publicado por la Dirección General de Hidrocarburos 2006 (DGH) [Internet] diciembre 2007, [acceso 03 abril 2010] disponible en: http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos/pub_planreferen_2006.asp
25. IPEMEC (2007) Josue Zoeger. Reporte N° 01: Análisis Macroeconómico y Perspectivas de la Economía Peruana. [Internet], [acceso 08 abril 2010], disponible en: <http://www.ipemec.com/blog/wp-content...sis-macroeconomico-perspectivas.doc>
26. Municipalidad Metropolitana de Lima, Plan Maestro de Transporte Urbano Para Lima y Callao 2005: escrito y publicado por el Consejo de Transportes de Lima y Callao. [Internet], [acceso 18 abril 2010], disponible en:

<http://www.ctlc-st.gob.pe/Estudios%20por%20a%C3%B1os/Proyectos--2005-W.htm>

27. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG). Proyección de Gas Natural Vehicular para GNLC 2003 para Tractebel 2003. [Internet], [acceso 23 abril 2010] disponible en: http://www2.osinerg.gob.pe/ProcReg/GasNatural/TarifaDistribucion/pdf%5CProp_tarif_Anexo3.pdf
28. Análisis de la Demanda del Gas Natural y el Impacto en la Contaminación del Aire en Lima – Callao, preparado por DEUMAN SAC. Para el consejo nacional del medio ambiente (CONAM) 2004 [Internet], [acceso 30 abril 2010] disponible en: <http://www.deuman.com/espanol/estudios.htm#2004>
29. Cámara Peruana de gas natural vehicular (CPGNV). Proyecciones 2008 del consumo de GNV, [Internet], [acceso 7 mayo 2010] disponible en: http://www.minem.gob.pe/hidrocarburos/pub_planreferen_2006.asp
30. International Energy Outlook 2007 Internet (visitado 12 de mayo 2010), disponible en: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>
31. OSINERG – GART: Escenarios de crecimiento de consumo de gas natural en generación de electricidad 2006 2033. Lima febrero 2006 [Internet], [acceso 13 de mayo 2010] disponible en: <http://www2.osinerg.gob.pe/Resoluciones/pdf/2006/Informe%20DGT-009-2006.pdf>
32. MEM, Libro Anual de las Reservas 2006, escrito y publicado por la Dirección de Promociones y Concesiones de Hidrocarburos Líquidos [Internet], [acceso

19 de mayo 2010] disponible en:

http://www.minem.gob.pe/archivos/dgh/publicaciones/ResumEjec_2006.pdf

33. Utilización de Indicadores Energéticos en el Planeamiento Energético Integrado. Rio de Janeiro Febrero 2006. [Internet], [acceso 28 de mayo 2010] disponible en: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/fmcima.pdf>

34. Evaluación de las tendencias de demanda de energía en el sector transportes - Brasil. Río de Janeiro 2005. [Internet], [acceso 4 junio 2010] disponible en: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/ngmoraes.pdf>

35. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), Department of Transportation: Average Fuel Economy Standards for Light Trucks Model Years 2008 – 2011 [Internet], [access 11 de Jun 2008] direction URL: <http://1.1.1.1/962257976/839401032T080619090446.txt.binXMysM0dapplication/pdfXsysM0dhttp://www.nhtsa.dot.gov/staticfiles/DOT/NHTSA/Rulemaking/Rules/Associated%20Files/2006FinalRule.pdf>

36. Environmental Protection Agency. Interim Report: New Powertrain Technologies and their Projected cost, [access 18 Jun 2010] direction URL: www.epa.gov/fueleconomy/420f04053.htm&sa=X&oi=translate&resnum=4&ct=result&prev=/search%3Fq%3DCorporate%2BAverage%2BFuel%2BEconomy%26hl%3Des

37. BCRP (2007) Marco Macroeconómico Multianual 2008 – 2010. [Internet], [acceso 13 de febrero, actualizado 18 Junio 2010], disponible en: http://www.mef.gob.pe/ESPEC/marco_macro.php

ANEXOS

Anexo A1: intensidades energéticas y sus componentes.	1
Anexo A2: Fragmento de la base de datos del balance regional de energía.	2
Anexo A3: Balance Nacional de Energía formato (BNEU) por sectores.	3
Anexo A4: Procedimiento para pasar del BRE al formato MAED_D.	7
Anexo A5: Elaboración del balance nacional de energía formato MAED.	9
Anexo A6: Población proyectada por departamentos (2005 – 2030).	29
Anexo A7: Participación del PBI nacional por sectores de consumo	32
Anexo A8: Calculo de intensidades energéticas para la industria.	33
Anexo A9: Cálculo de intensidad energética en el transporte.	34
Anexo A10: Consumo de energía de artefactos eléctricos.	35
Anexo A11: Programas para el cambio del parque automotor nacional.	37
Anexo A12: Factores de conversión de unidades.	38

ANEXO A1: INTENSIDADES ENERGÉTICAS Y SUS COMPONENTES

Dimensión		Indicador energético	Componentes	
SOCIAL	Acceso	Porcentaje de hogares sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales.	Número de hogares (población) sin electricidad o energía comercial, o muy dependientes de energías no comerciales.	
		Uso de la energía por tipo de hogares	Número total de hogares o población total	
			Uso de la energía por tipo de hogares	
ECONÓMICA	Uso global	Uso de energía per cápita	Uso de energía (suministro de energía primaria, consumo final de electricidad) Población total	
	Productividad global	Uso de la energía por unidad de PBI	Uso de energía (suministro de energía primaria, consumo final y uso de electricidad) Población total	
	Eficiencia de suministro	Eficiencia de la conversión y distribución de la energía	Perdidas en los sistemas de transformación, generación, transmisión y distribución de electricidad.	
	Uso final	Intensidades energéticas en la industria	Uso de la energía en el sector industrial y por ramas de manufacturas Valor agregado correspondiente	
		Intensidades energéticas en el sector agricultura	Uso de la energía en el sector agricultura Valor agregado correspondiente	
		Intensidades energéticas en el sector comercial y servicios	Uso de la energía en el sector comercial y servicios Valor agregado correspondiente	
		Intensidades energéticas de los hogares	Uso de la energía de los hogares Valor agregado correspondiente	
		Intensidades energéticas del transporte	Uso de la energía del transporte y su valor agregado correspondiente	
	TECNOLÓGICA	Diversificación - combinación de combustibles	Porcentajes de combustibles en la energía y electricidad	Suministro de energía primaria y consumo final, generación de electricidad y capacidad de generación por tipo de combustible Suministro total de energía primaria y consumo final total de energía, generación de electricidad total y capacidad total de generación.
			Porcentajes de energía no basada en el carbono en la energía y electricidad	Suministro primario, generación de electricidad y capacidad de generación por energía no basada en el carbono. Suministro de energía primaria, generación eléctrica y capacidad de generación.
Porcentajes de energías renovables en la energía y electricidad			Suministro de energía primaria y consumo final, generación de electricidad y capacidad de generación por energías renovables. Suministro de energía primaria y consumo final de energía, generación de electricidad y capacidad de generación.	

Fuente: Indicadores Energéticos del desarrollo Sostenible: directrices y metodologías (Austria 2008) OIEA-AIE-EUROSTAT-AEMA

ANEXO A2: BASE DE DATOS DEL BALANCE REGIONAL DE ENERGÍA

E1763 Petroleo Industrial									
	E	I	J	K	L	M	N	O	P
1	LEAP Area:								
5	Demand					Activity Level Intensidades	TEP	Energia	Energia TEP F
1451	Iluminacion	% Saturation		100	1,642,839	0.15075707	Thousandth	247,670	248
1452	Electricidad	% Share					0	0	0
1453	Industrias	No data					0	0	0
1454	Norte	No data					0	0	0
1455	Alimentos y Bebidas	Tonne		2588631.1	2,588,631		0	0	0
1456	Calor	% Saturation		100	2,588,631	51.564298	Thousandth	133,480,944	133,481
1530	Resto Industrias	Tonne		228380.94	228,381		0	0	0
1531	Calor	% Saturation		100	228,381	151.487842	Thousandth	34,596,935	34,597
1620	Fuerza Motriz	% Saturation		100	8,089,025	11.4583418	Thousandth	92,686,817	92,687
1625	Iluminacion	% Saturation		100	8,089,025	1.02514236	Thousandth	8,292,402	8,292
1627	Frio	% Saturation		100	8,089,025	0.38617454	Thousandth	3,123,776	3,124
1629	Electroquimica y Electronica	% Saturation		100	8,089,025	0.11187011	Thousandth	904,920	905
1633	Calor	% Saturation		100	1,810,031	29.2617592	Thousandth	52,964,689	52,965
1646	Fuerza Motriz	% Saturation		100	1,810,031	34.1776955	Thousandth	61,862,685	61,863
1758	Transporte	No data					0	0	0
1759	Otros Medios Total Pais	No data					0	0	0
1760	FFCC	No data		1			0	0	0
1761	Diesel	% Saturation		100		26687.8354		26,688	26,687.8
1762	Gasolina Motor	% Saturation		100		64.1816157		64	64
1763	Petroleo Industrial	% Saturation		100		192.996313		193	193
1764	Acuatico	No data					0	0	0
1765	Diesel	% Saturation		100		55803		55,803	55,803
1766	Gasolina Motor	% Saturation		100		32.5075716		33	33
1767	Petroleo Industrial	% Saturation		100		25016.8418		25,017	25,016.8
1768	Aereo	No data					0	0	0
1769	Combustible Jet	% Saturation		100		322275.261		322,275	322,275
1770	Gasolina Aviacion	% Saturation		100		1048.57757		1,049	1,049
1771	Ductos	No data					0	0	0
1772	Petroleo Industrial	% Saturation		100		4131.70905		4,132	4,132
1773	Carretero Lima Callao	No data					0	0	0
1774	Pasajeros	No data					0	0	0
1775	Carros	Vehicle			298638	298.638		0	0

**ANEXO A3: BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA FORMATO BNEU
CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR AGRICULTURA (2005)**

TABLA A3.1 SECTOR AGRICULTURA: CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)													
Usos	DO	PI	KE	GM	GLP	GD	CM	LE	BG	BY	Eólico	EE	TOTAL
Usos térmicos	3.49	182.68	0.56		0.97	9.78	5.14	19.54	142.83	0.44		0.95	366.368
Combustible motor	37.37			4.81	0.11						0.09	46.96	89.345
Eléctrico												1.72	1.720
Frío												4.59	4.591
Electroquímica y electrónica												0.10	0.101
TOTAL	40.86	182.68	0.56	4.81	1.09	9.78	5.14	19.54	142.83	0.44	0.09	54.32	462.124

TABLA A3.2 SECTOR AGRICULTURA: CONSUMO DE ENERGÍA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)													
Usos	DO	PI	KE	GM	GLP	GD	CM	LE	BG	BY	Eólico	EE	TOTAL
Usos térmicos	2.32	115.24	0.26		0.45	6.85	5.14	18.49	92.84	0.04		0.72	242.33
Combustible motor	3.92			0.72	0.02						0.09	23.83	28.58
Eléctrico												0.59	0.59
Frío												2.79	2.79
Electroquímica y electrónica												0.10	0.10
TOTAL	6.24	115.24	0.26	0.72	0.47	6.85	5.14	18.49	92.84	0.04	0.09	28.03	274.388

CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN (2005)

CONSUMO DE ENERGIA FINAL POR USOS Y FUENTES EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN (KTEP)										
Usos	DO	PI	GM	GLP	CM	Leña	Solar	Electricidad	TOTAL	
Calor						0.44		0.01	0.44	
Fuerza motriz	60.47		0.68					7.18	68.34	
Iluminación								11.11	11.11	
TOTAL	60.470	0.000	0.685	0.000	0.000	0.436	0.000	18.307	79.898	

CONSUMO DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN (KTEP)										
Usos	DO	PI	GM	GLP	CM	Leña	Solar	Electricidad	TOTAL	
Calor						0.28		0.01	0.29	
Fuerza motriz	10.46		0.11					3.82	14.39	
Iluminación								1.13	1.13	
TOTAL	10.465	0.000	0.105	0.000	0.000	0.283	0.000	4.962	15.815	

**ANEXO A3 CONTINUACIÓN: BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA
CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR MINERÍA (2005)**

CONSUMO DE ENERGIA FINAL POR USOS Y FUENTES EN EL SECTOR MINERÍA (KTEP)										
Usos	DO	PI	KE	GM	GLP	GD	CM	Coque	Electricidad	TOTAL
Calor	62.62	242.19	9.87		8.84	5.94	64.04	30.12	42.02	465.63
Fuerza motriz	236.52			1.66					409.10	647.27
Iluminación									8.91	8.91
TOTAL	299.132	242.190	9.868	1.660	8.839	5.938	64.044	30.118	460.024	1121.813

CONSUMO DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES EN EL SECTOR MINERÍA (KTEP)										
Usos	DO	PI	KE	GM	GLP	GD	CM	Coque	Electricidad	TOTAL
Calor	38.63	125.94	5.99		4.97	4.16	38.42	13.55	22.90	254.55
Fuerza motriz	40.25			0.53					283.56	324.34
Iluminación									1.33	1.33
TOTAL	78.878	125.938	5.986	0.527	4.972	4.157	38.420	13.553	307.787	580.217

CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR MANUFACTURA

SECTOR MANUFACTURA - CONSUMO DE ENERGIA FINAL POR USOS Y FUENTES (TEP)												
Usos	DO	PI	KE	GM	GLP	GI	GD	CM	CV	LE	EE	TOTAL
Usos térmicos	133.71	808.96	4.74	0.00	93.82	35.70	121.03	457.64	0.26	14.59	32.33	1,702.77
Combustible motor	41.25			2.12	4.33						545.11	592.82
Iluminación											40.21	40.21
Frío											18.93	18.93
Electroquímica y electrónica											1.90	1.90
TOTAL	174.97	808.96	4.74	2.12	98.15	35.70	121.03	457.64	0.26	14.59	638.48	2,356.63

SECTOR MANUFACTURA CONSUMO DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (TEP)												
Usos	DO	PI	KE	GM	GLP	GI	GD	CM	CV	LE	EE	TOTAL
Usos térmicos	87.06	490.71	2.36	0.00	60.17	23.21	90.77	270.96	0.11	9.44	23.96	1,058.76
Combustible motor	9.90			0.38	0.80						422.06	433.15
Iluminación											6.00	6.00
Frío											11.61	11.61
Electroquímica y electrónica											1.10	1.10
TOTAL	96.96	490.71	2.36	0.38	60.97	23.21	90.77	270.96	0.11	9.44	464.73	1,510.62

**ANEXO A3 CONTINUACIÓN: BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA
CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR RESIDENCIAL RURAL (2005)**

CONSUMO FINAL DE ENERGIA NETA POR USOS Y FUENTES SECTOR RESIDENCIAL - RURAL (KTEP)									
Usos	EE	GLP	KE	GD	LE	CV	BS	SL	TOTAL
Iluminación	3.84	0.08	8.77						12.690
Cocción	0.66	16.02	9.68		896.88	1.81	107.84		1,032.900
Calentamiento de agua	1.04	2.16	3.98		262.6	0.04	48.29	2.57	320.670
Calefacción	0	0.85			77.56		5.89		84.300
Conservación de alimentos	1.42	0	0.9						2.320
Ventilación y refrigeración	0.01								0.010
Bombeo agua	0								0.000
Fuerza Motriz	0.01								0.010
Otros artefactos	5.2	0.16	0.1		2.92	7.75	0.85		16.990
TOTAL	12.180	19.279	23.425	0.000	1,239.958	9.595	162.878	2.570	1,469.885

CONSUMO FINAL DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES SECTOR RESIDENCIAL - RURAL (KTEP)									
Usos	EE	GLP	KE	GD	LE	CV	BS	SL	TOTAL
Iluminación	0.28	0.00	0.14						0.422
Cocción	0.49	7.21	3.38		88.63	0.12	10.83		110.664
Calentamiento de agua	0.79	0.97	1.27		39.22	0.00	7.24	2.57	52.079
Calefacción	0.00	0.38			8.42		0.59		9.393
Conservación de Alimentos	1.13	0.00	0.05						1.188
Ventilación y Refrigeración	0.01								0.008
Bombeo agua	0.00								0.003
Fuerza motriz	0.01								0.007
Otros artefactos	4.57	0.07	0.02		1.04	0.39	0.04		6.128
TOTAL	7.281	8.638	4.867	0.0	137.318	0.515	18.702	2.570	179.891

CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR RESIDENCIAL URBANO (2005)

CONSUMO FINAL DE ENERGIA NETA POR USOS Y FUENTES SECTOR RESIDENCIAL - URBANO (KTEP)									
Usos	EE	GLP	KE	GD	LE	CV	BS	SL	TOTAL
Iluminación	91.23	0.07	4.16						95.463
Cocción	16.40	456.07	130.03	0.11	554.95	28.73	67.29		1,253.571
Calentamiento de agua	37.82	46.23	13.56	0.01	105.20	1.71	15.98	39.54	260.040
Calefacción	0.58	0.08	0.00		4.60		0.47		5.732
Conservación de alimentos	98.40	0.01	0.22						98.625
Ventilación y refrigeración	5.23								5.227
Bombeo agua	2.18								2.179
Fuerza motriz	0.21								0.213
Otros artefactos	197.03	1.73	0.83		6.97	14.73	0.09		221.391
TOTAL	449.07	504.19	148.79	0.12	671.71	45.16	83.83	39.54	1,942.441

**ANEXO A3 CONTINUACIÓN: BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA
CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR RESIDENCIAL (2005)**

CONSUMO FINAL DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES SECTOR RESIDENCIAL - URBANO (KTEP)									
Usos	EE	GLP	KE	GD	LE	CV	BS	SL	TOTAL
Iluminación	8.11	0.00	0.07						8.181
Cocción	13.07	205.34	45.31	0.06	56.27	2.13	6.80		328.975
Calentamiento de Agua	30.34	20.86	4.73	0.00	15.68	0.12	4.08	10.77	86.592
Calefacción	0.47	0.03	0.00		0.46		0.05		1.010
Conservación de Alimentos	78.72	0.00	0.01						78.732
Ventilación y Refrigeración	4.36								4.362
Bombeo Agua	1.74								1.743
Fuerza Motriz	0.19								0.191
Otros Artefactos	172.08	0.76	0.28		0.54	0.74	0.00		174.399
TOTAL	309.084	227.00	50.391	0.061	72.958	2.982	10.931	10.773	684.186

CONSUMO DE ENERGÍA DEL SECTOR SERVICIOS (2005)

CONSUMO FINAL DE ENERGIA NETA POR USOS Y FUENTES: SECTOR COMERCIAL-SERVICIOS (KTEP)												
Usos	DO	PI	CJ	KE	GM	GD	GLP	LE	CV	SL	EE	TOTAL
Iluminación				0.04			0.03				111.32	111.39
Cocción	0.28			7.90		0.85	40.86	8.66	10.47		10.58	79.60
Calentamiento Agua	4.44	9.38		1.99		0.04	11.87	0.53		4.28	10.65	43.18
Calefacción							0.06	0.09			2.12	2.27
Conservación Alimentos				0.00			0.02				54.20	54.22
Ventilación y Refrigeración											39.67	39.67
Bombeo Agua	1.57				0.44						24.48	26.49
Fuerza Motriz	23.56		22.55		7.77						16.23	70.11
Otros Artefactos											105.84	105.84
TOTAL	29.84	9.38	22.55	9.93	8.21	0.90	52.84	9.28	10.47	4.28	375.08	532.75

CONSUMO FINAL DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES SECTOR: COMERCIAL-SERVICIOS (TEP)												
Usos	DO	PI	CJ	KE	GM	GD	GLP	LE	CV	SL	EE	TOTAL
Iluminación				0.00			0.00				15.09	15.09
Cocción	0.10			2.76		0.43	18.34	0.86	0.62		5.86	28.97
Calentamiento Agua	2.40	6.28		0.70		0.02	6.31	0.08		1.71	7.97	25.48
Calefacción							0.03	0.01			1.59	1.63
Conservación Alimentos				0.00			0.00				37.88	37.88
Ventilación y Refrigeración											27.31	27.31
Bombeo Agua	0.27				0.06						13.83	14.15
Fuerza Motriz	5.65		4.06		1.40						9.40	20.51
Otros Artefactos											84.34	84.34
TOTAL	8.42	6.28	4.06	3.46	1.45	0.45	24.67	0.96	0.62	1.71	203.27	255.37

ANEXO A4: PROCEDIMIENTO PARA PASAR DEL BALANCE REGIONAL DE ENERGÍA AL FORMATO MAED

PRIMER PASO: los datos de las encuestas del balance regional de energía (anexo A2) son ordenados de acuerdo al formato del BNEU (anexo A3) como se muestra en la tabla A4 – 1.

TABLA A4 - 1 Consumo final de energía final por usos y fuentes para Sector Agricultura formato (BNEU)

SECTOR AGRICULTURA: CONSUMO FINAL DE ENERGÍA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)														
Uso \ Fuente	DO	PI	KE	GM	GL P	GD	CM	LE	BG	BY	Eólico	EE	TOTAL	
Térmico	3.49	182.6	0.56		0.97	9.78	5.14	19.54	142.83	0.44		0.95	366.36	
Combustibles para motor	37.37			4.81	0.11						0.09	46.96	89.345	
Eléctrico												1.72	1.720	
Frió												4.59	4.591	
Electroquímica y electrónica												0.10	0.101	
TOTAL	40.86	182.6	0.56	4.81	1.09	9.78	5.14	19.54	142.83	0.44	0.09	54.32	462.12	

Fuente: Elaboración propia

SEGUNDO PASO: Los datos del formato BNEU se agrupan por usos y combustibles de acuerdo al formato. La nueva agrupación de usos para este sector son: (térmico, combustible para motor y específico de electricidad) y los combustibles son: (fósiles, tradicionales, eólico y solar) como se muestra en la tabla A4 - 2 y el resultado en la tabla A4 - 3. Nótese que todos los usos con energía eléctrica se agrupan porque la electricidad es un uso final.

TABLA A4 - 2 Reagrupación del consumo final de energía final para el Sector Agricultura

REAGRUPACIÓN SECTOR AGRICULTURA: CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)													
Uso	Fuente	Combustibles Fósiles						Combustibles Tradicionales			Energía eólica	Eléctrico	Total
		DO	PI	KE	GM	GLP	GD	CM	LE	BG			
Térmico		202.620						162.779					365.419
Combustible para motor		42.289									0.09		42.298
Usos Eléctricos	Eléctrico											54.407	54.407
	Frío												
	Electroquímica y Electrónica												
TOTAL		244.909						162.799			0.09	54.407	462.124

Fuente: Elaboración propia

TABLA A4 - 3 Consumo final de energía final para el Sector Agricultura formato MAED

SECTOR AGRICULTURA CONSUMO FINAL DE ENERGIA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)						
Uso	Fuente	Combustibles fósiles	Combustibles tradicionales	Energía eólica	Energía eléctrica	TOTAL
Térmico		202.620	162.799			365.419
Combustible para motor		42.289		0.09		42.298
Específico de electricidad					54.407	54.407
TOTAL		244.909	162.799	0.09	54.407	462.124

Fuente: Elaboración propia

ANEXO A5: ELABORACIÓN DEL BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA
FORMATO MAED_D (2005)

CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR AGRICULTURA

En la tabla A5.1 se muestra el consumo de energía final para el año base (2005) por usos y fuentes, el mayor consumo de energía final es para el uso térmico con 365.419 KTEP cuya fuente energética proviene de los combustibles fósiles, seguido por el uso específico de electricidad con 54.407 KTEP, y finalmente del consumo de los combustibles para motor con 42.298 KTEP a partir de combustibles fósiles y energía eólica.

TABLA A5.1 Consumo de energía final del sector agricultura (KTEP)

SECTOR AGRICULTURA - 2005						
CONSUMO DE ENERGIA FINALPOR USOS Y FUENTES (KTEP)						
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía Eólica	Energía Eléctrica	TOTAL	
Térmico	202,620	162,799			365,419	
Combustible para motor	42,289		0,09		42,298	
Específico de electricidad				54,407	54,407	
TOTAL	24,90	162,799	0,09	54,407	462,124	

Fuente: OGP - MEM

Las eficiencias energéticas del sector agricultura se determinan aplicando la ecuación 3.8 (dividiendo la energía útil entre la final).

Los resultados se muestran en la tabla A5.3, la mayor eficiencia se logra con los combustibles tradicionales para los usos térmicos con 68.41%, seguido de los combustibles fósiles también para usos térmicos con 64.28%, la energía eléctrica para los usos específicos de electricidad con 51.67%, la

energía eólica en combustible para motor con 40% y por último los combustible fósiles en los combustible para motor con 11.03%.

TABLA A5.2 Consumo de energía útil del sector agricultura (KTEP)

SECTOR AGRICULTURA - 2005					
CONSUMO DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)					
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eólica	Energía eléctrica	TOTAL
Térmico	130,237	111,372			241,608
Combustible para motor	4,657		0,036		4,666
Específico de electricidad				28,115	28,115
TOTAL	134,894	111,372	0,036	28,115	274,388

Fuente: OGP - MEM

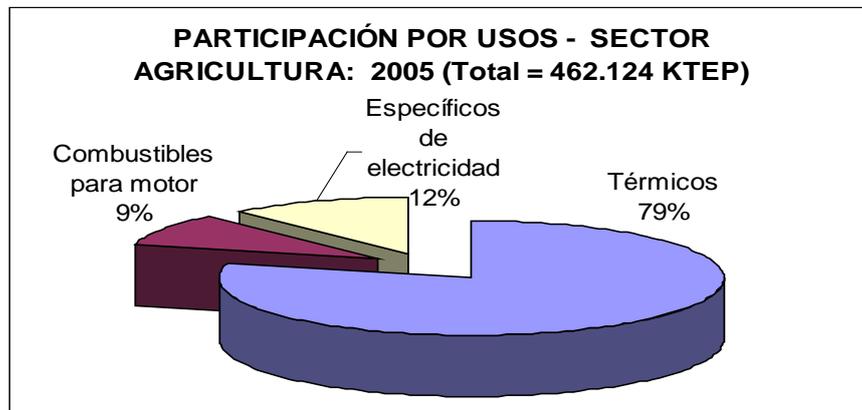
TABLA A5.3 Eficiencias promedio del Sector agricultura (%)

SECTOR AGRICULTURA 2005 - EFICIENCIAS (%)					
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eólica	Energía eléctrica	
Térmico	64,28	68,41			
Combustible para motor	11,03		40		
Específico de electricidad					51,67

Fuente: OGP - MEM

En la figura A5.1 se muestra la participación por usos del sector agricultura que en su conjunto consume un total de 462.124 KTEP; el uso más extensivo es el térmico con 79%, seguido de los usos específicos de electricidad con 12% y finalmente los Combustibles para motor con 9%.

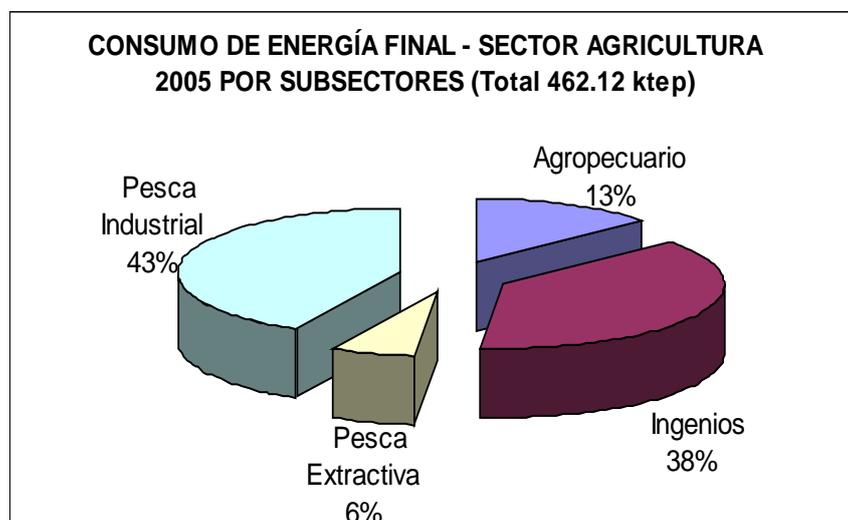
Figura A5.1 Consumo de energía del sector agricultura por usos



Fuente: OGP - MEM

El sector agricultura agrupa a cuatro subsectores, el más representativo es el subsector pesca industrial con el 43% del consumo seguido por el subsector ingenios con 38%, 13% el subsector agropecuario y finalmente el subsector pesca extractiva con el 6% restante como se muestra la figura A5.2.

Figura A5.2 Consumo de energía del sector agricultura por usos



Fuente: OGP - MEM

CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

En la tabla A5.4 se presenta la demanda de energía final del sector construcción para el año 2005, siendo los combustibles para motor en generación de fuerza motriz los más usados con 61.155 KTEP cuya fuente

energética proviene de los combustibles fósiles, el siguiente uso es el específico de electricidad con 18.307 KTEP cuya fuente es la energía eléctrica y finalmente el uso térmico con solo 0.436 KTEP obtenido a partir de los combustibles tradicionales. Las eficiencias del sector se determinan dividiendo la energía útil (tabla A5.5) entre la energía final (tabla A5.4).

TABLA A5.4 Consumo de energía final del sector construcción (KTEP)

SECTOR CONSTRUCCIÓN - 2005					
CONSUMO DE ENERGIA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)					
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eléctrica	TOTAL	
Térmico		0,436		0,436	
Combustible para motor	61,155			61,155	
Específico de electricidad			18,307	18,307	
TOTAL	61,155	0,436	18,307	79,898	

Fuente: OGP - MEM

TABLA A5.5 Consumo de energía útil del sector construcción (KTEP)

SECTOR CONSTRUCCIÓN - 2005					
CONSUMO DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)					
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eléctrica	TOTAL	
Térmico		0,283		0,283	
Combustible para motor	10,570			10,570	
Específico de electricidad			4,962	4,962	
TOTAL	10,570	0,283	4,962	15,815	

Fuente: OGP - MEM

En la tabla A5.6 se muestran las eficiencias promedio del sector construcción, siendo los combustibles tradicionales más eficientes con 65% para los usos térmicos, seguido por el uso específico de electricidad con un 27.1% y finalmente los combustibles motor con solo 17.3% utilizando combustibles fósiles.

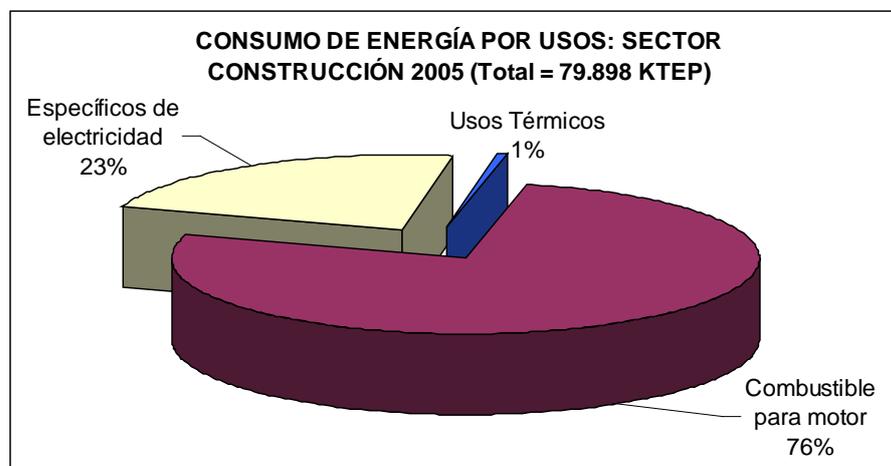
TABLA A5.6 Eficiencias del sector construcción

SECTOR CONSTRUCCIÓN 2005 - EFICIENCIAS (%)				
Uso	Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eléctrica
		Térmico		
Combustible para motor		17,28		
Específico de electricidad				27,10

Fuente: OGP - MEM

En la Fig. A5.3, se muestra el consumo de energía final para el sector construcción por usos energéticos, se puede observar que los más usados son los combustibles para motor con el 76%, seguido de los usos específicos de electricidad con 23% y finalmente los usos térmicos con el 1% restante de la energía consumida en este sector.

Figura. A5.3 Consumo de energía final por usos del sector construcción



Fuente: OGP - MEM

CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR MINERÍA

En las tablas A5.7 y A5.8 se muestra el consumo total de energía final y útil para el sector minería que asciende a 1,121.813 KTEP y 580.217 KTEP respectivamente en el año 2005. Para el consumo de energía final, el uso de mayor participación es el específico de electricidad con 460.024 KTEP,

seguido del térmico con 423.614 KTEP cuya fuente energética proviene de combustibles fósiles y tradicionales; y finalmente el uso de los combustibles para motor con 238.175 KTEP cuya fuente proviene de los combustibles fósiles.

TABLA A5.7 Consumo de energía final para el sector minería (KTEP)

SECTOR MINERÍA - 2005				
CONSUMO DE ENERGIA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)				
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eléctrica	TOTAL
Térmico	329.452	94.162		423.614
Combustible para motor	238.175			238.175
Específico de electricidad			460.024	460.024
TOTAL	567.627	94.162	460.024	1 121.813

Fuente: OGP - MEM

TABLA A5.8 Consumo de energía útil para el sector minería (KTEP)

SECTOR MINERÍA - 2005				
CONSUMO DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)				
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eléctrica	TOTAL
Térmico	179.683	51.973		231.656
Combustible para motor	40.774			40.774
Específico de electricidad			307.787	307.787
TOTAL	220.458	51.973	307.787	580.217

Fuente: OGP - MEM

En la tabla A5.9 se muestra las eficiencias promedio para el sector minería que resultan de dividir la energía útil (tabla A5.8) entre la energía final (tabla A5.7); la mayor eficiencia 66.91% pertenece a los usos específicos

eléctricos cuyo combustible es la energía eléctrica, seguido de los usos térmicos a partir de combustibles tradicionales con 55.2% y 54.54% con los combustibles fósiles, finalmente la eficiencia más baja pertenece a los combustibles para motor a partir de los combustibles fósiles derivados del petróleo con 17.12 %.

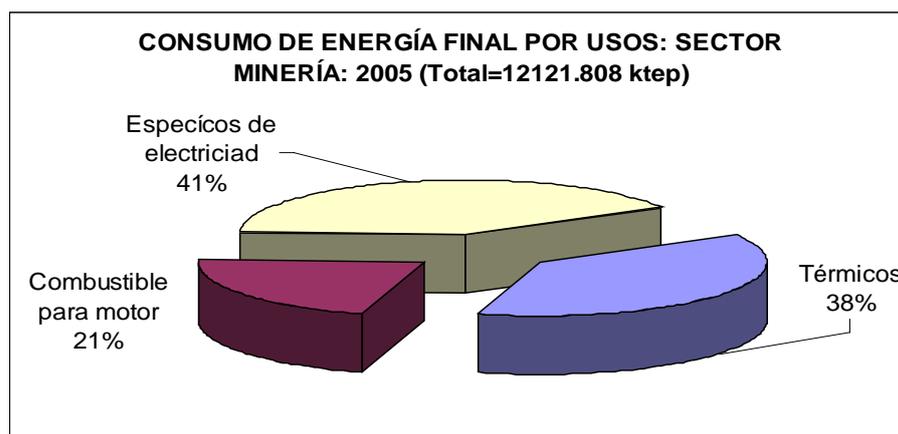
TABLA A5.9 Eficiencias del sector minería

SECTOR MINERÍA 2005 - EFICIENCIAS (%)			
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eléctrica
Térmico	54.54	55.20	
Combustible para motor	17.12		
Específico de electricidad			66.91

Fuente: OGP - MEM

En la FiguraA5.4 se muestra el consumo de energía final para el sector minería, la mayor participación es de la energía eléctrica con 41%, el térmico con 38 % y finalmente el combustible para motor con 21%.

Figura A5.4 Consumo de energía por tipo de usos del sector minería



Fuente: OGP - MEM

CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR MANUFACTURERO.

En la tabla A5.10 se muestra el consumo de energía final del sector manufactura, el consumo de energía final para el 2005 es de 2356.633 KTEP, siendo el uso térmico el más representativo con 1670.441 KTEP a partir de combustibles fósiles y tradicionales, seguido del uso específico de electricidad con 638.482 KTEP y finalmente el uso de los combustibles para motor con 47.711 KTEP a partir de combustibles fósiles.

TABLA A5.10 Consumo de energía final del sector manufactura (KTEP)

SECTOR MANUFACTURA - 2005				
CONSUMO DE ENERGIA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)				
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eléctrica	TOTAL
Térmico	1,655.596	14.844		1,670.441
Combustible para motor	47.711			47.711
Específico de electricidad			638.482	638.482
TOTAL	1,702.943	14.844	638.482	2,356.633

Fuente: OGP - MEM

Las eficiencias se obtienen dividiendo la energía útil (tabla A5.11) entre la energía final (tabla A5.10).

TABLA A5.11 Consumo de energía útil para el sector manufactura (KTEP)

SECTOR MANUFACTURA - 2005				
CONSUMO DE ENERGIA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)				
Uso \ Fuente	Combustibles fósiles	Combustibles tradicionales	Energía eléctrica	TOTAL
Térmico	1025.241	9.557		1034.797
Combustible para motor	11.086			11.086
Específico de electricidad			464.732	464.732
TOTAL	1036.327	9.557	464.732	1510.615

Fuente: OGP - MEM

En la tabla A5.12 se muestran las eficiencias para el sector manufactura, la mayor eficiencia se logra empleando energía eléctrica en los usos específicos de electricidad con 72.79%, seguido del uso térmico a partir de los combustibles tradicionales con 64.45% y 61.92% utilizando los combustibles fósiles, finalmente el uso con menor eficiencia es 23.24% por los combustibles para motor empleando combustibles fósiles.

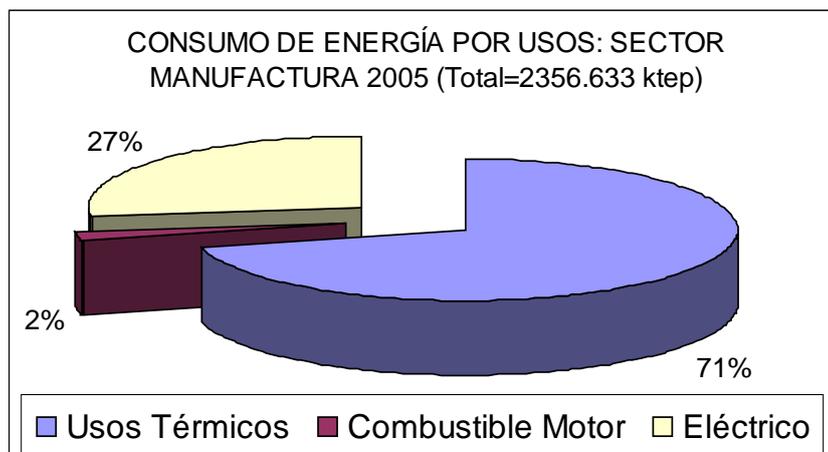
TABLA A5.12 Eficiencias del sector manufactura

SECTOR MANUFACTURA 2005 - EFICIENCIAS (%)				
Uso	Fuente	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía eléctrica
Térmico		61.92	64.45	
Combustible para motor		23.24		
Específico de electricidad				72.79

Fuente: OGP - MEM

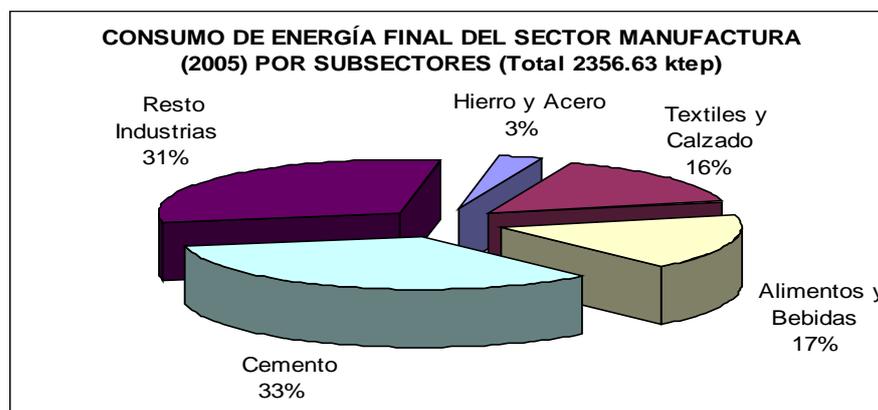
En la figura A5.5 se muestra la participación del consumo de energía final del sector manufactura por usos energéticos, el uso térmico tiene la mayor participación con 71%, seguido del uso específico de electricidad con 27% y finalmente los combustibles para motor con 2% restante

Figura A5.5 Consumo de energía final por usos del sector manufactura



La figura A5.6 muestra el consumo de energía final del sector manufactura que agrupa seis subsectores: cementos 33%, resto de industrias 31%; alimentos y bebidas 17%, textiles y calzados 16% y finalmente el subsector hierro y acero 3%.

Figura A5.6 Consumo de energía final por subsectores del sector manufactura

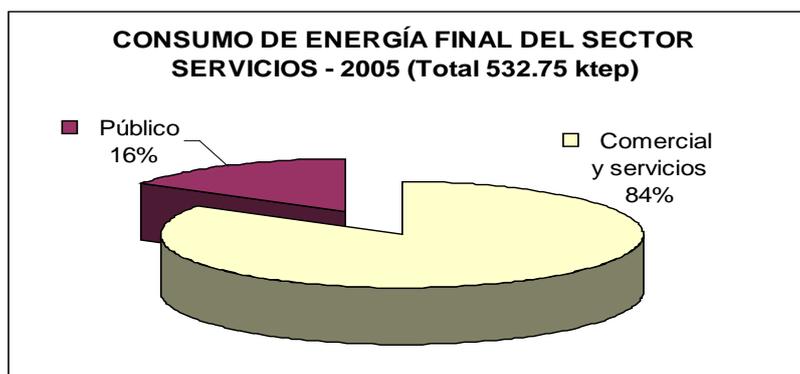


CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR SERVICIOS

El sector servicios agrupa a los subsectores comercial-servicios y público. La demanda de energía del subsector comercial-servicios tiene una

mayor participación con el 84% del total y el subsector público el 16% restante como se muestra en la figura A5.7.

Figura A5.7 Consumo de energía final del sector servicios por subsectores



Fuente: OGP - MEM

En las tablas A5.13 y A5.14 se muestra el consumo de energía final y útil para el año base del sector servicios cuyos valores son 532.75 KTEP y 255.37 KTEP respectivamente. Para el consumo final se observa que el uso específico de electricidad cuya fuente es la energía eléctrica es el mayor consumidor de energía con 233.38 KTEP, seguido del uso térmico con 122.99 KTEP, el aire acondicionado con 93.87 KTEP, el combustible para motor con 80.39 KTEP y finalmente la calefacción con solo 2.12 KTEP.

TABLA A5.13 Consumo de energía final del sector servicios

SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS & PÚBLICO - 2005					
CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)					
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Energía Eléctrica	Energía solar	Combustible Tradicional	TOTAL
Calefacción		2.12			2.12
Aire acondicionado		93.87			93.87
Combustible para motor	55.91	24.48			80.39
Específico de electricidad		233.38			233.38
Térmico	77.73	21.23	4.28	19.74	122.99
TOTAL	133.64	375.08	4.28	19.74	532.75

Fuente: OGP - MEM

La energía solar y los combustibles tradicionales solo se utilizan para usos térmicos, los combustibles fósiles se utilizan como combustible para motor y para usos térmicos, mientras que la energía eléctrica es fuente de energía para todos los usos (calefacción, aire acondicionado, combustible para motor, uso específico para electricidad y para usos térmicos).

TABLA A5.14 Consumo de energía útil del sector servicios
SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS & PÚBLICO - 2005

CONSUMO DE ENERGÍA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)					
Uso \ Fuente	Combustible fósil	Energía eléctrica	Energía solar	Combustible Tradicional	TOTAL
Calefacción		1.59			1.59
Aire acondicionado		65.19			65.19
Combustible para motor	11.43	13.83			25.27
Específicos de electricidad		108.83			108.83
Térmicos	37.37	13.82	1.71	1.58	54.48
TOTAL	48.80	203.27	1.71	1.58	255.37

Fuente: OGP - MEM

En la tabla A5.15 se muestra las eficiencias para el sector servicios, la fuente más eficiente es la energía eléctrica en: calefacción eléctrica con 75%, aire acondicionado con 69.45%, combustible para motor con 56.5%, uso específico de electricidad con 46.63% y finalmente el uso térmico 8.01% con combustibles tradicionales.

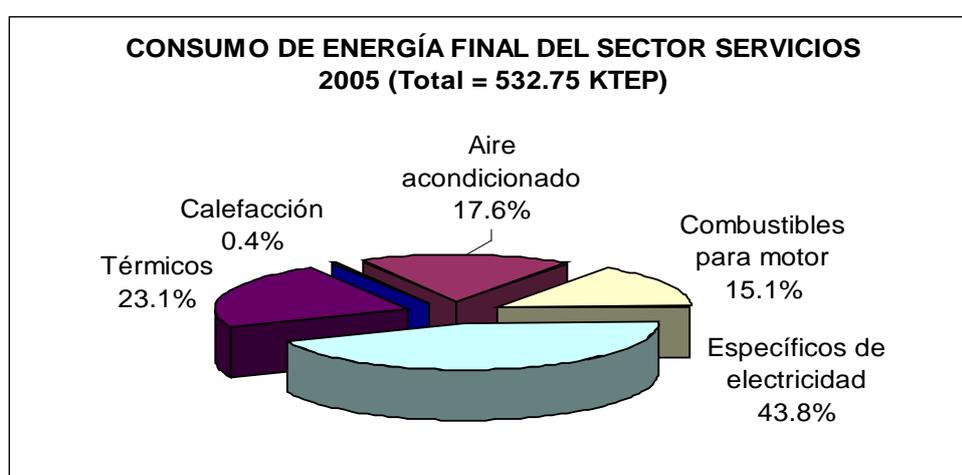
TABLA A5.15 Eficiencias del sector servicios

SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS & PÚBLICO EFICIENCIAS (%)				
Uso \ Fuente	Combustibles fósiles	Energía eléctrica	Energía Solar	Combustibles Tradicionales
Calefacción		75.00		
Aire acondicionado		69.45		
Combustible para motor	20.45	56.50		
Específico de electricidad		46.63		
Térmicos	48.07	65.12	40.00	8.01

Fuente: OGP - MEM

En la figura A5.8 se muestra la participación del consumo de energía final por usos para el sector servicios, el uso con mayor participación es el específico de electricidad con 43.8%, seguido del uso térmico con 23.1%, el aire acondicionado con 17.6%, los combustibles para motor con 15.1% y la calefacción con solo 0.4%.

Figura A5.8 Consumo de energía final del sector servicios por subsectores



Fuente: OGP - MEM

CONSUMO DE ENERGÍA EN EL TRANSPORTE DE CARGA

En la tabla A5.16 y A5.17 se muestra el consumo de energía final y útil por tipos de combustible y modos de transporte de carga cuyos valores son 1424.987 KTEP y 308.984 KTEP respectivamente. Para la energía final, el mayor consumidor de combustible es el transporte de carga en camiones de larga distancia con 728.211 KTEP, seguido del transporte de carga en camiones locales con 584.911 KTEP, el transporte acuático con 80.853 KTEP, el transporte ferroviario con 26.881 KTEP y finalmente el transporte por ductos con 4.132 KTEP. El combustible más empleado es el diesel seguido por la gasolina para motor y finalmente el GLP.

TABLA A5.16 Consumo de energía del transporte de carga.

SECTOR: TRANSPORTE DE CARGA NACIONAL				
CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)				
Uso \ Fuente	Diesel oil	Gasolina motor	Gas licuado de petróleo	TOTAL
Ferroviario	26.881			26.881
Acuático	80.820		0.033	80.852
Ductos	4.132			4.132
Camiones locales	405.629	172.895	6.387	584.911
Camiones larga distancia	557.271	165.536	5.404	728.211
TOTAL	1,074.732	338.431	11.824	1,424.987

Fuente: OGP - MEM

En la tabla A5.17 se muestra el consumo de energía útil que se utiliza para obtener las eficiencias del transporte de carga, estas eficiencias se obtienen dividiendo la energía útil entre la energía final.

TABLA A5.17 Consumo de energía útil del transporte de carga.

SECTOR: TRANSPORTE DE CARGA NACIONAL				
CONSUMO DE ENERGÍA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)				
Usos \ Fuente	Diesel Oil	Gasolina motor	Gas licuado de petróleo	TOTAL
Ferroviario	4.804			4.804
Acuático	10.045			10.045
Ductos				0.000*
Camiones locales	97.351	31.121	1.150	129.622
Camiones larga distancia	133.745	29.797	0.973	164.514
TOTAL	245.944	60.918	2.122	308.984

* No se tiene datos de energía útil para el transporte de carga por ductos.

Fuente: OGP - MEM

En la tabla A5.18 se muestran las eficiencias logradas por modos de transporte de carga y tipos de combustibles utilizados, la mayor eficiencia lograda es de 24% con el diesel oíl seguido por un 18% con gasolina motor, 17.871% para el transporte ferroviario con diesel oíl y finalmente 12.428% para el transporte acuático con diesel oíl.

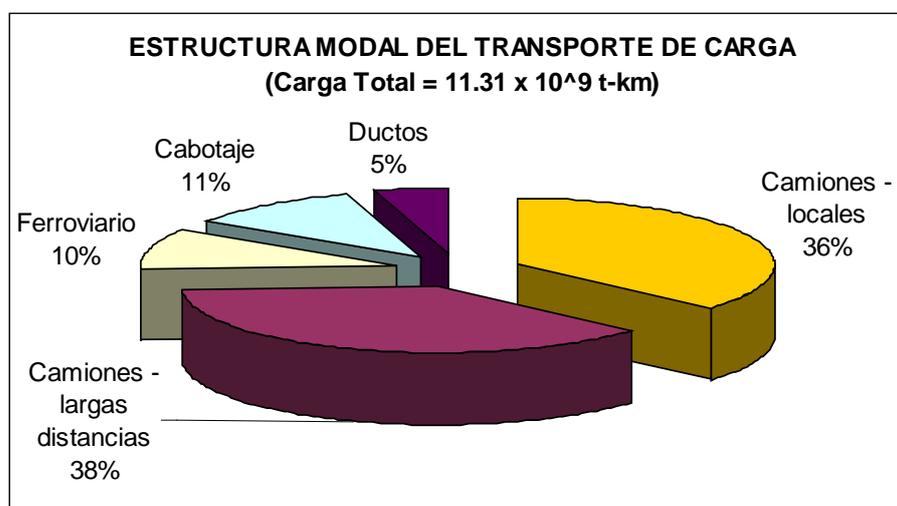
TABLA A5.18 Eficiencias del transporte de carga

SECTOR: TRANSPORTE DE CARGA NACIONAL- EFICIENCIAS (%)				
Uso	Fuente	Diesel Oil	Gasolina motor	GLP
Ferrovionario		17.871		
Acuático		12.428		
Camiones locales		24	18	18
Camiones larga distancia		24	18	18

Fuente: OGP - MEM

En la figura A5.9 se muestra la estructura de generación de carga por modo de transporte para el año 2005, el modo de transporte de carga con mayor participación es el de camiones de larga distancia 38% seguido de los camiones locales 36%; el cabotaje 11%, el transporte ferroviario 10% y finalmente el transporte mediante ductos con 1% restante.

Figura A5.9 Estructura modal del sector transporte de carga.



Fuente: OGP - MEM

CONSUMO DE ENERGÍA EN EL TRANSPORTE DE PASAJEROS

En las tablas A5.19 y A5.20 se muestra el consumo de energía final y útil para el transporte de pasajeros por modos de transporte y tipos de combustible cuyos valores son: 2054.533 KTEP y 436.427 KTEP respectivamente. En el consumo de energía final, el mayor consumidor es el transporte por autos dentro de la ciudad, los combustibles para este modo son: diesel (477.701 KTEP), gasolina (473.848 KTEP), GLP (35.933 KTEP), el segundo modo de transporte más usado son los ómnibus dentro de la ciudad con 496.759 KTEP, seguido del transporte aéreo con 323.324 KTEP, el transporte de pasajeros en ómnibus entre ciudades 260.893 KTEP, los autos entre ciudades con 246.669 KTEP y finalmente el transporte ferroviario con 0.289 KTEP. La fuente de energía menos usada es la energía eléctrica con solo 0.225 KTEP para el mantenimiento del transporte eléctrico ferroviario de la capital.

TABLA.A5.19 Consumo de energía final del transporte de pasajeros.

SECTOR: TRANSPORTE DE PASAJEROS NACIONAL						
CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)						
Uso \ Fuente	Diesel oil	Jet	Gasolina motor	GLP	Energía eléctrica	TOTAL
Ferroviano			0.064		0.225	0.289
Autos dentro de la ciudad	477.701		473.858	35.933		987.492
Autos entre ciudades	135.325		100.355	10.990		246.669
Ómnibus dentro de la ciudad	469.546		27.213			496.759
Ómnibus entre ciudades	250.900		9.993			260.893
Avión		323.324				323.324
TOTAL	1,333.471	323.324	611.483	46.923	0.225	2,054.533

Fuente: OGP - MEM

TABLA A5.20 Consumo de energía útil del sector transporte de pasajeros.

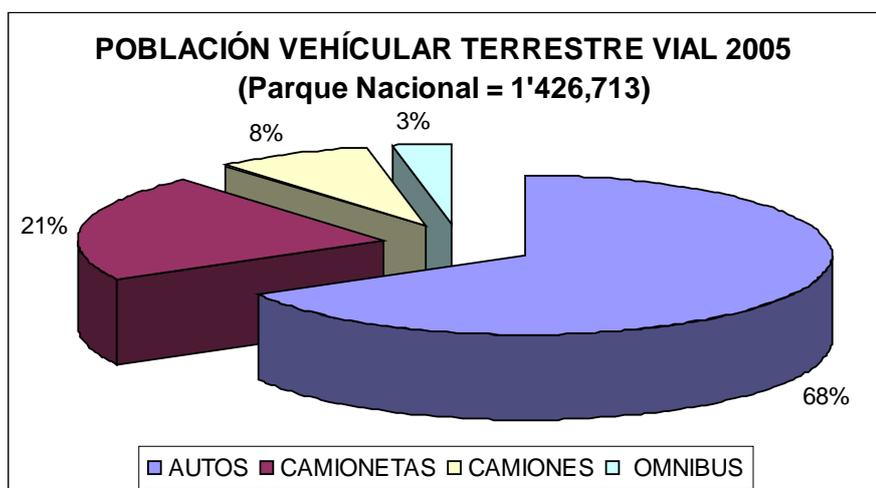
SECTOR: TRANSPORTE DE PASAJEROS NACIONAL							
CONSUMO DE ENERGÍA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)							
Uso \ Fuente	Diesel oíl	Jet*	Gasolina motor	GLP	Energía eléctrica	TOTAL	
Ferroviario					*	0.000	
Autos dentro de la ciudad	112.541		85.294	6.468		204.303	
Autos entre ciudades	32.478		18.064	1.978		52.520	
Ómnibus dentro de la ciudad	112.691		4.898			117.589	
Ómnibus entre ciudades	60.216	*	1.799			62.015	
TOTAL	317.926	0.0	110.055	8.446	0.225	436.427	

* No se tiene datos de energía útil para este medio de transporte.

Fuente: OGP - MEM

La figura A5.10 muestra estructura de la población vehicular para el año 2005 que está conformado de la siguiente manera: autos 68%, camionetas 21%, camionetas 8% y por último los ómnibus 3%, el parque vehicular nacional total para el año base tiene 1 426 713 vehículos.

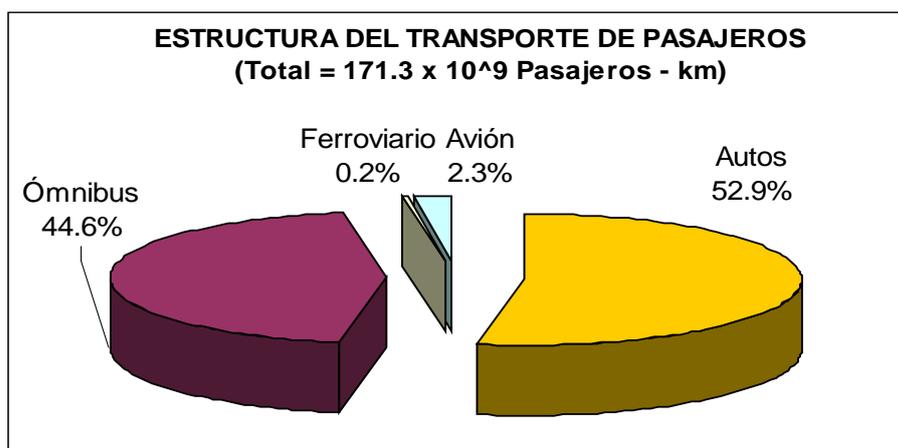
Figura A5.10 Estructura de parque vehicular nacional de pasajeros (2005)



Fuente: OGP - MEM

En la figura A5.11 se muestra la participación del indicador (distancia pasajeros – Km. Recorridos), el modo de transporte más usado son los automóviles con el 52.9% seguido por ómnibus con el 44.6%, avión el 2.3% y finalmente el transporte ferroviario el 0.2%.

Figura A5.11 Estructura de parque vehicular nacional de pasajeros (2005)



Fuente: OGP - MEM

CONSUMO DE ENERGÍA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

En las tablas A5.21 y A5.22, se muestran los consumos de energía final y útil por usos y fuentes para el sector residencial urbano nacional, cuyos valores son 1942.44 KTEP y 684.18 KTEP respectivamente. Para la energía final el mayor consumo es para la cocción con 1489.13 KTEP, seguido de los equipamientos eléctricos con 414.33 KTEP, el aire acondicionado eléctrico con 34.75 KTEP y finalmente la iluminación con combustible fósiles con un consumo de 4.24 KTEP.

TABLA A5.21 Consumo de energía final del sector residencial urbano.

SECTOR RESIDENCIAL URBANO
CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR USOS Y FUENTES - (KTEP)

Uso \ Fuente	Energía eléctrica	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía Solar	TOTAL
Iluminación		4.24			4.24
Cocción		648.87	800.71	39.54	1,489.13
Aire acondicionado	34.75				34.75
Equip. eléctricos	414.33				414.33
TOTAL	449.07	653.11	800.71	39.54	1,942.44

Fuente: OGP - MEM

TABLA A5.22 Consumo de energía útil del sector residencial urbano.

SECTOR RESIDENCIAL URBANO CONSUMO DE ENERGÍA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)					
Uso \ Fuente	Energía eléctrica	Combustible fósil	Combustible tradicional	Energía Solar	TOTAL
Iluminación		0.07			0.07
Cocción		277.39	86.87	10.77	375.03
Aire acondicionado	27.98				27.98
Equip. eléctricos	281.11				281.11
TOTAL	309.08	277.46	86.87	10.77	684.18

Fuente: OGP - MEM

En la tabla A5.23 se muestran las eficiencias del sector residencial urbano, el uso más eficiente es el aire acondicionado eléctrico con 80.5%, seguido de la cocción eléctrica con 80.1%, los equipamientos eléctricos con 42.7%, la energía solar para cocción con 27.2%, los combustibles tradicionales para cocción con 10.8% y finalmente los combustibles fósiles para iluminación con sólo el 1.6%.

TABLA A5.23 Eficiencias para el sector residencial urbano

EFICIENCIAS - SECTOR RESIDENCIAL URBANO (%)				
Usos \ Fuente	Energía eléctrica	Combustible e fósil	Combustible e tradicional	Solar
Iluminación		1.6		
Cocción	80.1	42.7	10.8	27.2

Aire acondicionado	80.5			
Equipamiento. eléctrico	66.0			

Fuente: OGP - MEM

Las tablas A5.24 y A5.25 muestran los consumos de energía final y útil para el sector residencial rural por usos y fuentes cuyos valores son 1469.88 KTEP y 179.9 KTEP respectivamente; en el sector rural el consumo de energía final es como sigue: el mayor consumidor de energía es la cocción con 1448.85 KTEP a partir de (combustibles tradicionales 1414.43 KTEP, combustibles fósiles 33.85 KTEP y energía solar con 2.57 KTEP), seguido del equipamiento eléctrico con 12.18 KTEP y finalmente la iluminación con 8.85 KTEP a partir de combustibles fósiles.

TABLA A5.24 Consumo de energía final por el sector residencial rural.

SECTOR RESIDENCIAL RURAL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR USOS Y FUENTES (KTEP)					
Uso \ Fuente	Energía Eléctrica	Combustible Fósil	Combustible Tradicional	Energía Solar	TOTAL
Iluminación		8.85			8.85
Cocción		33.85	1,412.43	2.57	1,448.85
Equipamiento eléctrico	12.18				12.18
TOTAL	12.18	42.70	1,412.43	2.57	1,469.88

Fuente: OGP - MEM

TABLA A5.25 Consumo de energía útil por el sector residencial rural.

SECTOR RESIDENCIAL RURAL CONSUMO DE ENERGÍA ÚTIL POR USOS Y FUENTES (KTEP)					
Uso \ Fuente	Energía eléctrica	Combustible fósil	Combustible tradicional	Solar	TOTAL
Iluminación		0.14			0.14
Cocción		13.36	156.53	2.57	172.47
Equipamiento eléctrico	7.29				7.29
TOTAL	7.29	13.51	156.53	2.57	179.90

Fuente: OGP - MEM

El uso de mayor eficiencia es la cocción (energía solar 100%, electricidad 75.5%, combustibles fósiles 39.5% y combustibles tradicionales 11.1%), los equipamientos eléctricos con 57.2% y finalmente la iluminación 1.6% a partir de combustibles fósiles.

TABLA A5.26 Eficiencias para el sector residencial rural

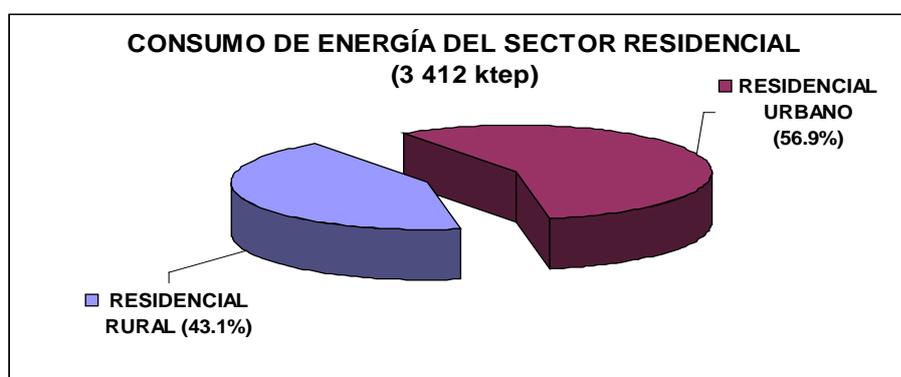
EFICIENCIAS - SECTOR RESIDENCIAL RURAL (%)					
Uso \ Fuente	Energía Eléctrica	Combustibles Fósiles	Combustibles Tradicionales	Energía Solar	
Iluminación		1.6			
Cocción	75.5	39.5	11.1	100*	
Equipamientos eléctricos	57.2				

* Aprovechamiento directo de la energía solar térmica.

Fuente: OGP – MEM

En la figura A5.12 se muestra la participación del sector residencial

Figura A5.12 consumo final de energía del sector residencial



Fuente: OGP - MEM

ANEXO A6: PROYECCIÓN PROYECTADA POR DEPARTAMENTOS

Cuadro A6 Población proyectada por departamentos (2005 – 2030)

DEPARTAMENTOS	2005	2010	2015	2020	2025	2030
TOTAL	27,219,264	28,423,524	29,787,892	31,217,750	32,716,244	34,286,668
Tasa de crecimiento	na**	0.870	0.942	0.942	0.942	0.942
AMAZONAS	405,600	423,545	443,876	465,182	487,512	510,913
ANCASH	1,081,823	1,129,686	1,183,912	1,240,742	1,300,299	1,362,715
APURIMAC	435,972	455,261	477,114	500,016	524,017	549,171

AREQUIPA	1,187,354	1,239,886	1,299,402	1,361,775	1,427,142	1,495,647
AYACUCHO	644,607	673,126	705,437	739,299	774,787	811,977
CAJAMARCA	1,414,470	1,477,050	1,547,951	1,622,254	1,700,125	1,781,733
CUSCO	1,219,300	1,273,245	1,334,363	1,398,414	1,465,540	1,535,888
HUANCAVELICA	465,294	485,880	509,203	533,645	559,261	586,106
HUANUCO	760,690	794,345	832,475	872,435	914,313	958,201
ICA	692,748	723,397	758,121	794,512	832,650	872,618
JUNIN	1,136,156	1,186,423	1,243,373	1,303,056	1,365,605	1,431,156
LA LIBERTAD	1,602,596	1,673,500	1,753,830	1,838,016	1,926,243	2,018,705
LAMBAYEQUE	1,136,069	1,186,332	1,243,278	1,302,957	1,365,500	1,431,046
LIMA	8,982,104	9,379,499	9,829,727	10,301,567	10,796,056	11,314,282
LORETO	920,217	960,930	1,007,056	1,055,396	1,106,057	1,159,149
MADRE DE DIOS	95,778	100,016	104,816	109,848	115,121	120,646
MOQUEGUA	165,805	173,141	181,452	190,162	199,290	208,856
PASCO	277,648	289,932	303,849	318,434	333,720	349,739
PIURA	1,697,307	1,772,401	1,857,478	1,946,640	2,040,081	2,138,008
PUNO	1,296,323	1,353,676	1,418,654	1,486,752	1,558,118	1,632,910
SAN MARTÍN	697,308	728,159	763,112	799,742	838,131	878,362
TACNA	285,695	298,335	312,655	327,663	343,392	359,875
TUMBES	199,535	208,363	218,365	228,847	239,831	251,344
UCAYALI	418,865	437,397	458,392	480,396	503,456	527,622

** na (no aplicable)

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática (Perfil sociodemográfico del Perú Agosto 2008)- Compendio estadístico (2006).

ANEXO A7: PARTICIPACIÓN DEL PBI NACIONAL

TABLA A7.1 PARTICIPACIÓN DEL PBI NACIONAL POR SUBSECTORES (%)

SECTORES	POR SECTORES	POR SUBSECTORES
Agricultura	100.000%	9.148%
Agropecuario	91.007%	8.325%
Ingenios	1.278%	0.117%
Pesca Extractiva	5.906%	0.540%
Pesca Industria	1.809%	0.165%
Construcción	100.000%	4.891%
Minería	100.000%	7.244%
Manufactura	100.000%	13.214%
Hierro y Acero	0.599%	0.079%
Textiles y Calzados	18.745%	2.477%
Alimentos y Bebidas	31.391%	4.148%
Cemento	9.099%	1.202%
Resto Industrias	40.166%	5.308%
Servicios	100.000%	64.241%
Comercio y servicios	96.636%	62.080%
Administración Pública	3.364%	2.161%
Energía	100.000%	1.262%
Hidrocarburos-Energía	3.364%	0.042%
Refinerías-Energía	96.636%	1.220%
TOTAL		100.000%

Fuente: INEI - CUANTO

Elaboración propia

ANEXO A8: CÁLCULO DE INTENSIDADES ENERGÉTICAS PARA LA INDUSTRIA (2005)

TABLA A8.1: INTENSIDADES ENERGÉTICA (IE) PARA LA INDUSTRIA – (Kwh./US\$)

INTENSIDADES ENERGÉTICA (IE) PARA LA INDUSTRIA – (Kwh./US\$)							
Sector/subsector	PBI(2005)	Combustibles para motor		Usos específicos de electricidad		Usos térmicos	
		BNE* (2005)	Int. Energética	BNE* (2005)	Int. Energética	BNE** (2005)	Int. Energética
AGRICULTURA	6,278.84	42.2981	0.0783	54.4074	0.1008	241.6083	0.4475
Agropecuario	5,659.00	12.2096	0.0251	28.5741	0.0587	18.7423	0.0385
Ingenios	104.51	0.0004	0.0000	11.4274	1.2717	108.0184	12.0210
Pesca Extractiva	358.00	25.2411	0.8200	1.7343	0.0563	0.3342	0.0109
Pesca Industria	157.33	4.8471	0.3583	12.6715	0.9367	114.5134	8.4647
CONSTRUCCIÓN	3,307.00	61.1552	0.2151	18.3065	0.0644	0.2833	0.0010
MINERÍA	4,799.25	238.1749	0.5772	460.0242	1.1148	231.6561	0.5614
MANUFACTURA	8,778.50	47.7106	0.0632	638.4818	0.8459	1,035.0124	1.3712
Hierro y Acero	72.25	1.8613	0.2996	16.4362	2.6456	29.0705	4.6793
Textiles y Calzado	1,272.41	4.4527	0.0407	174.8530	1.5982	131.1089	1.1984
Alimentos y Bebidas	2,609.56	9.0823	0.0405	114.1652	0.5088	180.7088	0.8054
Cemento	788.95	7.8437	0.1156	94.7977	1.3974	399.6924	5.8919
Resto Industrias	4,035.33	24.4706	0.0705	238.2298	0.6866	294.4318	0.8486
UNIDADES	10 ⁶ US\$	KTEP	(Kwh./US\$)	KTEP	(Kwh./US\$)	KTEP	(Kwh./US\$)

Factor de conversión de TEP a Kwh. = 11630

*En términos de energía final

**En términos de energía útil

Fuente: Balance Regionales de Energía

TABLA A8.2: INTENSIDADES ENERGÉTICAS PROYECCION (2005 – 2030)

INTENSIDADE ENERGÉTICAS POR SECTORES							
Sector \ Uso		Combustibles para motor (Kwh./US\$)					
		2005	2010	2015	2020	2025	2030
Agricultura		0.079	0.071	0.067	0.066	0.064	0.062
Construcción		0.215	0.215	0.215	0.215	0.215	0.215
Minería		0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577
Manufactura		0.063	0.063	0.064	0.064	0.064	0.064
Sector \ Uso		Específicos de electricidad (Kwh./US\$)					
		2005	2010	2015	2020	2025	2030
Agricultura		0.079	0.071	0.067	0.066	0.064	0.062
Construcción		0.215	0.215	0.215	0.215	0.215	0.215
Minería		0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577
Manufactura		0.063	0.063	0.064	0.064	0.064	0.064
Sector \ Uso		Térmicos (Kwh./US\$)					
		2005	2010	2015	2020	2025	2030
Agricultura		0.079	0.071	0.067	0.066	0.064	0.062
Construcción		0.215	0.215	0.215	0.215	0.215	0.215
Minería		0.577	0.577	0.577	0.577	0.577	0.577
Manufactura		0.063	0.063	0.064	0.064	0.064	0.064

Fuente: OGP - MEM

Nota: este cuadro muestra el resultado de los cálculos realizados con la ecuación 6.1 para cada uso de energía y por cada año considerado en el modelo durante el periodo de proyección (2005 – 2030).

ANEXO A9: CÁLCULO DE INTENSIDAD ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE

TABLA A9.1: RECORRIDO MEDIO DEL TRANSPORTE TERRESTRE

RECORRIDO MEDIO DEL TRANSPORTE TERRESTRE (2005) - 10 ⁶ Km.				
COMBUSTIBLE	GASOLINA	DIESEL	GLP	TOTAL
A) C. LIMA CALLAO	9 161	12 180	538	21 1878
1. Pasajeros	8 002	9 274	482	17 758
Carros	2 293	1 884	90	4 267
Ómnibus	107	1 855		1 962
Station wagon	374	548	27	949
Taxis y Moto taxis	5 228	4 988	365	10 580
2. Carga	1 159	2 906	55	4 121
Camioneta	804	1 734	55	2 593
Camión	355	1 172		1 528
B) C. RESTO PAÍS	2 745	6 434	196	9 375
1. Pasajeros	1 842	3 082	149	5 073
Carros	585	887	44	1 515
Ómnibus	40	991		1 031
Station wagon	93	243	14	350
Taxis y Moto taxis	1 124	960	92	2 176
2. Carga	903	3 352	47	4 303
Camioneta	418	1 118	47	1 583
Camión	485	2 235		2 719
TOTAL	11 906	18 614	734	33 888

Fuente: Balance nacional de energía, MTC (PIT)

Elaboración propia

TABLA A10.2: PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES PARA MOTOR

PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES PARA MOTOR				
Combustible	Contenido calorífico			Densidad
Diesel	8610 Kcal./litro	=	10250 Kcal./Kg.	x 0.84 Kg./litro
Gasolina	8056 Kcal./litro	=	10600 Kcal./Kg.	x 0.76 Kg./litro
Combustible aviación	7526 Kcal./litro	=	10600 Kcal./Kg.	x 0.71 Kg./litro
GLP	5995 Kcal./litro	=	10900 Kcal./Kg.	x 0.55 Kg./litro
GNC	4532 Kcal./litro	=	10790 Kcal./Kg.	x 0.42 Kg./litro
Alcohol	5280 Kcal./litro	=	6600 Kcal./Kg.	x 0.8 Kg./litro
Fuel oil ligero	8815 Kcal./litro	=	10250 Kcal./Kg.	x 0.86 Kg./litro
Fuel oil pesado	9312 Kcal./litro	=	9700 Kcal./Kg.	x 0.96 Kg./litro

Fuente: Datos extraídos de la tabla de conversión del modelo MAED_D.

Elaboración propia

ANEXO A10: CONSUMO DE ENERGÍA DE ARTEFACTOS ELÉCTRICOS

Artefactos eléctricos	Potencia Eléctrica (watts)		Promedio de horas/año	Consumo anual mínimo en kW.h	Consumo anual máximo en kW.h
	Mínima	Máxima			
Aire acondicionado	566	1800	887	502.042	1596.6
Alumbrado árbol de navidad	200	200	75	15	15
Antena parabólica	20	20	8500	170	170
Asador	1333	1500	154	205.282	231
Aspiradora	600	630	73	43.8	45.99
Batidora	127	200	102	12.954	20.4
Bomba de piscina	746	800	75	55.95	60
Cafetera	800	894	119	95.2	106.386
Calentador de agua	1322	3000	1705	2254.01	5115
Campana extractora de aire	300	300	75	22.5	22.5
Cocina eléctrica	1000	4500	128	128	576
Computadora	400	400	887	354.8	354.8
Congeladora 15 pies ³	341	350	3504	1194.864	1226.4
Ducha eléctrica	2475	4474	887	2195.325	3968.438
DVD	20	20	143	2.86	2.86
Deshumecedor	257	257	1467	377.019	377.019
Extractor de Jugo	100	100	887	88.7	88.7
Fluorescente de 20 W	20	40	1825	36.5	73
Foco ahorrador	15	15	1825	27.375	27.375
Foco incandescente	25	100	1825	182.5	182.5
Hervidor de agua	1500	1500	1705	2557.5	2557.5
Horno eléctrico	1200	1200	200	240	240
Horno microondas	1100	1500	200	220	300
Impresora Láser	150	150	143	21.45	21.45
Lavadora	286	521	198	56.628	103.158
Lavaplatos	1200	1200	302	362.4	362.4
Licuadora	300	300	157	47.1	47.1
Lustradora	300	300	157	47.1	47.1
Máquina de Coser	75	126	147	11.025	18.522
Olla arrocera	1000	1000	143	143	143
Parrilla	1436	1436	69	99.084	99.084
Plancha eléctrica	1000	1008	143	143	144.144
Procesadora	300	300	143	42.9	42.9
Purificador de aire	300	300	1467	440.1	440.1
Radio	30	120	1211	121.1	131.999
Reflector (foodlight)	250	250	69	17.25	17.25
Refrigeradora 14 pies ³	326	350	3488	1137.088	1220.8
Secadora de cabello	381	1200	37	14.097	44.4
Secadora de ropa	2500	4856	204	510	990.624
Timbre de servicio	50	50	12	0.6	0.6
Tostadora	760	1146	34	25.84	38.964
Televisión	80	332	1527	122.16	506.964
Ventilador de pie	50	200	489	24.45	97.8

Fuente: MEM, CEPAL

ANEXO A11: PROGRAMAS PARA EL CAMBIO DEL PARQUE

AUTOMOTOR

1. PROGRAMAS CON GAS NATURAL

1.1 EL PROGRAMA MI TAXI

Con este sistema, los conductores interesados en obtener un nuevo vehículo, lo pagarían a través del uso que le dan, gracias a un chip instalado por [Cofide](#) que deposita cierta cantidad de dinero para cancelar la compra. Estos autos funcionan con Gas Natural Vehicular.

"Como un taxista es un gran consumidor, porque más o menos está en el rango de los 250 kilómetros diarios, digamos unos 70 mil kilómetros al año contra 15 ó 20 mil de un auto particular, su mismo alto consumo de combustible permite que el taxi pueda ser pagado galón a galón.

1.2 EL BONO DEL CHATARREO

El bono consiste en US\$ 2000 más el precio al peso del vehículo que en promedio es de US\$ 800 haciendo un total de US\$ 2800 que será otorgado a los propietarios de autos petroleros de hasta 1,600 centímetros cúbicos y que tengan más de 10 años de antigüedad, con la condición de que adquieran un vehículo gasolinero que no pagará impuesto selectivo al consumo y será convertido a Gas Natural Vehicular (GNV).

1.3 BUSES A GAS NATURAL

El primer bus troncal a gas natural que se utilizará en el corredor vial “El Metropolitano” unirá los distritos de Chorrillos y Comas en una ruta rápida, estas unidades recorrerán unos 70 kilómetros de este nuevo sistema de transporte articulado, entre la vía colectora y las vías alimentadoras.

Unos 600 buses a gas natural deben estar operando a mediados del año 2009 vehículos cada uno con capacidad para 180 pasajeros. Se prevé transportar a unos 700 mil pasajeros diariamente, al año son 255.5 millones de pasajeros. El recorrido pasajeros kilómetros es de $17.885 \cdot 10^9$ pasajeros-km en el 2030 que representa en este año el 4.177% del total de pasajeros-km.

PROBLEMAS ABIERTOS

La problemática de la previsión de los requerimientos energéticos consiste en cómo pasar de las relaciones (cuantitativas o cualitativas) encontradas en el pasado a las relaciones futuras, si para ello median cambios estructurales que modifiquen las pautas de consumos de la población y para lo cual será necesario prever todos sus impactos. Obviamente, el análisis de las características del consumo energético asociado a la distribución del ingreso contribuye a ello, al mismo tiempo que se sugiere profundizar en:

- a) Una clasificación u ordenamiento de las fuentes y usos energéticos desde el punto de vista económico, (bienes inferiores y no inferiores, bienes no básicos inferiores y superiores o de lujo).
- b) La diferencia que pueda existir entre: el tipo de relación que evalúe al consumo de energía residencial en función de la distribución del ingreso personal y un estudio sobre la distribución funcional o regional del ingreso cuyas consecuencias se reflejan en los consumos de energía de las familias.
- c) La correcta utilización de las relaciones que puedan encontrarse que ligan al consumo de energía y al nivel de ingreso, y específicamente el correcto uso (y no abuso) del concepto y medición de la elasticidad-ingreso.

Tabla 4.1m Lista y definición de las variables de entrada del sector Residencial Urbano

SECTOR RESIDENCIAL:			
RESIDENCIAL URBANO: (ver hoja "US HH Ur-D" del MAED D.xls)			
UDWSH	Fracción de viviendas urbanas en áreas donde se requiere calefacción.	%	Relativo al número total de viviendas urbanas.
UDD	Grados-días para las viviendas urbanas.	grados-días	La definición utilizada aquí es: (a) basada en grados Celsius con un umbral de 18 °C; (b) basado en la temperatura promedio mensual; y (c) promedio por regiones (ponderado por la población urbana) que requieren calefacción.
UDW(I)	Fracción de viviendas urbanas por tipos. I=1,....., NUDT	%	Relativo al número total de viviendas urbanas situadas en las áreas donde se requiere calefacción. La suma de esas fracciones debe ser 100. Por lo tanto, se suministran datos de entrada solo para los primeros (NUDT-1) tipos de viviendas, mientras que el porcentaje del último tipo es calculado por el programa como el remanente.
UDWS(I)	Tamaño promedio de las viviendas urbanas por tipo. I=1,....., NUDT	m ² /vivienda	Medido en términos de área de piso.
UAREAH(I)	Fracción del área de piso que actualmente tiene calefacción en las zonas urbanas, por tipo de vivienda. I=1,....., NUDT	%	Relativo al tamaño promedio de las viviendas UDWS(I).
UK(I)	Tasa de pérdida de calor específico por tipo de vivienda urbana. I=1,....., NUDT	Ver comentario	Wh / m ² / grado Celsius / hora
UDWAC(I)	Porcentaje de viviendas urbanas con aire acondicionado, por tipo de vivienda. I=1,....., NUDT	%	Relativo al número total de viviendas urbanas del respectivo tipo.
UACDW(I)	Requerimiento de refrigeración específico por tipo de vivienda urbana. I=1,....., NUDT	kWh/vivienda/año	
CKUDW	Consumo de energía específico para cocción en viviendas urbanas (en términos de energía útil).	kWh/vivienda/año	
UDWHW	Porcentaje de viviendas urbanas con instalación de agua caliente.	%	Relativo al número total de viviendas urbanas.
UHWCAP	Consumo de energía específico para el calentamiento de agua por personas en las viviendas urbanas (energía útil).	kWh/pers./año	

Tabla 4.1m Lista y definición de las variables de entrada del sector Residencial urbano (Continuación)

ELAPUDW	Consumo de electricidad específico (energía final) por viviendas urbanas para equipos domésticos (usos finales diferentes a calefacción y calentamiento de agua, cocción y aire acondicionado).	kWh/vivienda/año	Referido a las viviendas en localidades urbanas electrificadas. (vea variable ELPU).
ELPU	Penetración de la electricidad para equipos domésticos en las viviendas urbanas	%	Esta variable puede ser interpretada como la fracción del total de viviendas urbanas que están electrificadas (es decir, tasa de electrificación de residencias urbanas).
FFLTUDW	Consumo específico de combustibles fósiles (energía final) por vivienda urbana para iluminación y equipos domésticos no eléctricos (otros usos finales diferentes a calefacción y calentamiento de agua, cocción y aire acondicionado).	kWh/vivienda/año	Referido a las viviendas en localidades urbanas no electrificadas (ver variable ELPU) y para usos finales como: iluminación con combustibles fósiles, gas natural para refrigeradores, etc.
TFP.UH.SH MBP.UH.SH ELP.UH.SH HPP.UH.SH DHP.UH.SH SSP.UH.SH FFP.UH.SH	Penetración de varias formas de energía para calefacción (SH) en las viviendas urbanas (UH): <i>Formas de energía:</i> (1) Combustibles tradicionales (TF) (2) Biomasa moderna (MB) (3) Electricidad, convencional (EL) (4) Bombas térmicas (HP) (5) Calefacción centralizada (DH) (6) Solar térmica (SS) (7) Combustibles fósiles (FF)	%	La contribución de las bombas térmicas a la calefacción con electricidad (HPP.UH.SH) es una fracción de la penetración de la electricidad en el mercado respectivo. La suma de las penetraciones de las formas de energía (excluyendo las bombas térmicas) debe ser 100. Por lo tanto, se suministran datos de entrada solo para las primeras (n-1) formas de energía, mientras que la penetración para la última (combustibles fósiles) es calculada por el programa como el remanente.
TFE.UH.SH MBE.UH.SH FFE.UH.SH	Eficiencia del uso de varios combustibles, relativo al uso de electricidad, para calefacción (SH) en viviendas urbanas (UH): <i>Combustibles:</i> (1) Combustibles tradicionales (TF) (2) Biomasa moderna (MB) (3) Combustibles fósiles (FF)	%	
HPE.UH.SH	Coefficiente de rendimiento (COP) de las bombas térmicas (eléctricas) para la calefacción (SH) en viviendas urbanas (UH).	razón (ver comentario)	Energía térmica extraída / entrada de energía eléctrica.
FDS.UH.SH	Porcentaje aproximado de la demanda calefacción (SH) en viviendas urbanas (UH) que puede ser suministrada con instalaciones solares.	%	El resto de la demanda tendrá que ser suministrada por un sistema de respaldo.

Tabla 4.1m Lista y definición de las variables de entrada del sector Residencial urbano (Continuación)

<p>TFP.UH.HW MBP.UH.HW ELP.UH.HW HPP.UH.HW DHP.UH.HW SSP.UH.HW FFP.UH.HW</p>	<p>Penetración de varias formas de energía para el calentamiento de agua (HW) en viviendas urbanas (UH): <i>Formas de energía</i> (1) Combustibles tradicionales (TF) (2) Biomasa moderna (MB) (3) Electricidad, convencional (EL.) (4) Bombas térmicas (HP) (5) Calefacción distribuida (DH) (6) Solar térmica (SS) (7) Combustibles fósiles (FF)</p>	<p>%</p>	<p>La contribución de las bombas térmicas al calentamiento del agua con electricidad (HPP.UH.HW) es una fracción de la penetración de la electricidad en el mercado respectivo. La suma de las penetraciones de las formas de energía (excluyendo las bombas térmicas) debe ser 100. Por lo tanto, los datos de entrada son suministrados solo para las primeras (n-1) formas de energía, mientras que la penetración para la última (combustibles fósiles) es calculada por el programa como el remanente.</p>
<p>TFE.UH.HW MBE.UH.HW FFE.UH.HW</p>	<p>Eficiencia del uso de varios combustibles, relativo al uso de electricidad, para calentamiento de agua (HW) en viviendas urbanas (UH): <i>Combustibles:</i> (1) Combustibles tradicionales (TF) (2) Biomasa moderna (MB) (3) Combustibles fósiles (FF)</p>	<p>%</p>	
<p>HPE.UH.HW</p>	<p>Coefficiente de rendimiento (COP) de las bombas térmicas (eléctricas) para calentamiento de agua (HW) en viviendas urbanas (UH).</p>	<p>Razón (Ver comentario)</p>	<p>Energía térmica extraída / entrada de energía eléctrica.</p>
<p>FDS.UH.HW</p>	<p>Porcentaje aproximado de la demanda de calentamiento de agua (HW) en viviendas urbanas (UH) que puede ser suministrada con instalaciones solares.</p>	<p>%</p>	<p>El resto de la demanda tendrá que ser suministrada por un sistema de respaldo.</p>
<p>TFP.UH.CK MBP.UH.CK ELP.UH.CK SSP.UH.CK FFP.UH.CK</p>	<p>Penetración de varias formas de energía en la cocción (CK) en viviendas urbanas (UH): <i>Formas de energía:</i> (1) Combustibles tradicionales (TF) (2) Biomasa moderna (MB) (3) Electricidad, convencional (EL) (4) Solar térmica (SS) (5) Combustibles fósiles (FF)</p>	<p>%</p>	<p>La suma de las penetraciones de las formas de energía debe ser 100. Por lo tanto, los datos de entrada son suministrados solo para las primeras (n-1) formas de energía, mientras que la penetración para la última (combustibles fósiles) es calculada por el programa como el remanente.</p>

Tabla 4.1m Lista y definición de las variables de entrada del sector Residencial urbano (Continuación)

TFE.UH.CK MBE.UH.CK FFE.UH.CK	Eficiencia del uso de varios combustibles, relativo al uso de electricidad, para cocción (CK) en viviendas urbanas (UH): <i>Combustibles:</i> (1) Combustibles tradicionales (TF) (2) Biomasa moderna (MB) (3) Combustibles fósiles (FF)	%	
FDS.UH.CK	Porcentaje aproximado de la demanda de cocción (CK) en viviendas urbanas (UH) que puede ser suministrada con instalaciones solares.	%	El resto de la demanda tendrá que ser suministrada por un sistema de respaldo.
ELP.UH.AC	Porcentaje de la demanda de aire acondicionado (AC) de viviendas urbanas (UH) que puede ser suministrada con electricidad	%	Se asume que el resto de la demanda de aire acondicionado es suministrada con equipos no eléctricos (combustible fósil) [FFP.UH.AC].
ELE.UH.AC	Coficiente de rendimiento (COP) del aire acondicionado eléctrico (AC) en viviendas urbanas (UH).	razón (Ver comentario)	Energía térmica extraída / entrada de energía eléctrica.
FFE.UH.AC	Coficiente de rendimiento (COP) de aire acondicionado no eléctrico (AC) en viviendas urbanas (UH).	razón (ver comentario)	Energía térmica extraída / entrada de energía.

$$POGR = \{ (PO / PO(-1))^{(1/INCR)} - 1 \} * 100$$

$$PO = PO(-1) * (1 + (POGR / 100))^{INCR}$$

Donde: PO y PO(-1) representan el tamaño de la población en el año actual y en el año anterior respectivamente, POGR es la tasa de crecimiento de la población entre dos años del modelo, y

INCR es el número de años entre el año actual y el año anterior del modelo.

Otros parámetros demográficos, como son el porcentaje de población urbana (PURB), el tamaño promedio de las viviendas en áreas urbanas (CAPUH) y en áreas rurales (CAPRH), el porcentaje de la población con edad entre 15 y 64 años de la población total (fuerza laboral potencial, PLF), porcentaje de la fuerza laboral potencial que está trabajando realmente (PARTLF) y la fracción de la población total que vive en grandes ciudades (POPLC) también son definidos exógenamente en el modelo. A partir de éstos se derivan los siguientes parámetros que se usan en los cálculos de la demanda de energía de los sectores Transporte, Residencial y Servicios:

- Número de viviendas urbanas (10^6)

$$UHH = PO * (PURB / 100) / CAPUH$$

- Porcentaje de población rural (%)

$$PRUR = 100 - PURB$$

- Número de viviendas rurales (10^6)

$$RHH = PO * (1 - PURB / 100) / CAPRH$$

- Población en grandes ciudades (10^6)

$$POLC = PO * (POPLC / 100)$$

- Fuerza laboral activa total (10^6)

$$ALF = PO * (PLF / 100) * (PARTLF / 100)$$

5.4 Cálculos macroeconómicos

Al igual que la evolución de la población, el crecimiento del PIB (Producto Interno Bruto, Y) también se define exógenamente como un parámetro del escenario y se expresa de manera similar en dos formas, en términos de los valores de Y (en unidad monetaria constante del año base o de otro año de referencia) para cada año del modelo o entregando el valor del PIB solo para el primer año de referencia junto a los valores de la tasa de crecimiento promedio anual del PIB, YGR (% por año) entre todos los años sucesivos del modelo. El MAED_D.xls (ver hoja de trabajo "GDP-D"), calcula YGR para el primer caso y Y en el segundo, según las siguientes relaciones:

$$\text{TNUT.S} = \text{TNUT} / \text{FINTR} * 100 \quad (\text{pasajero, urbano})$$

$$\text{TENIT.S} = \text{TENIT} / \text{FINTR} * 100 \quad (\text{pasajero, entre ciudades})$$

$$\text{TMFMIS.S} = \text{TMFMIS} / \text{FINTR} * 100 \quad (\text{internacional y militar})$$

5.5.3 Sector residencial

(a) Residencial urbano

(a.1) Número total de viviendas urbanas (10^6)

Se asume que el número total de viviendas urbanas es igual al número de viviendas urbanas calculado en el epígrafe 5.3 (Cálculos demográficos).

$$\begin{aligned} \text{TUDW} &= \text{UHH} \\ &= \text{PO} * (\text{PURB} / 100) / \text{CAPUH} \end{aligned}$$

(a.2) Demanda de energía útil para diferentes categorías de uso final (ver Tabla 14.4 en la hoja "US_HH_Ur-D" del MAED_D.xls)

Calefacción (SH):

$$\begin{aligned} \text{SHUHT(I)} &= \text{TUDW} * (\text{UDWSH} / 100) * \{(\text{UDW(I)} / 100) * \text{UDWS(I)} \\ &\quad * (\text{UAREAH(I)} / 100) * \text{UK(I)}\} \\ &\quad * \text{UDD} * 24 / 1000000 * \text{CF1} \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{I=1,.....,NUDT} \\ (\text{vivienda urbana tipo I}) \end{array}$$

$$\text{SHUH} = \sum_{I=1}^{\text{NUDT}} \text{SHUHT(I)} \quad (\text{viviendas urbanas total})$$

Calentamiento de agua (HW):

$$\text{HWUH} = \text{TUDW} * \text{CAPUH} * (\text{UDWHW} / 100) * \text{UHWCAP} * (\text{CF1} / 1000)$$

Cocción (CK):

$$\text{CKUH} = \text{TUDW} * \text{CKUDW} * (\text{CF1} / 1000)$$

Aire acondicionado (AC):

$$\begin{aligned} \text{ACUHT(I)} &= \text{TUDW} * \{(\text{UDW(I)} / 100) * (\text{UDWAC(I)} / 100) \\ &\quad * \text{UACDW(I)}\} * (\text{CF1} / 1000) \end{aligned} \quad \begin{array}{l} \text{I=1,.....,NUDT} \\ (\text{vivienda urbana tipo I}) \end{array}$$

$$\text{ACUH} = \sum_{I=1}^{\text{NUDT}} \text{ACUHT(I)} \quad (\text{viviendas urbanas total})$$

Usos específicos de electricidad (equipos domésticos) – energía final (AP):

$$ELAPUH \text{ TUDW} * (ELPU / 100) * ELAPUDW * (CF1 / 100)$$

Combustibles fósiles para iluminación en viviendas no electrificadas – energía final (LT):

$$FFLTUH = TUDW * (1 - ELPU / 100) * FFLTUDW * (CF1 / 100)$$

Subtotal. Residencial Urbano:

$$USUH = SHUH + HWUH + CKUH + ACUH + ELAPUH + FFLTUH$$

En las ecuaciones anteriores, CF1 es el factor para convertir de TWh a la unidad de energía definida en la celda E50 de la hoja “Defs”.

(a.3) Conversión de la energía útil a demanda de energía final en el subsector

Residencial Urbano

(ver Tablas 16.1 a 16.6 en la hoja “FIN_HH-D” del MAED_D.xls)

Calefacción (SH):

$$TF.UH.SH = SHUH * (TFP.UH.SH / 100) / (TFE.UH.SH / 100) \quad (\text{combustibles tradicionales})$$

$$MB.UH.SH = SHUH * (MBP.UH.SH / 100) / (MBE.UH.SH / 100) \quad (\text{biomasa moderna})$$

$$EL.UH.SH = SHUH * (ELP.UH.SH / 100) * (1 - (MBE.UH.SH / 100) * (1 - 1 / HPE.UH.SH)) \quad (\text{electricidad})$$

$$DH.UH.SH = SHUH * (DHP.UH.SH / 100) \quad (\text{calefacción centralizada})$$

$$SS.UH.SH = SHUH * (SSP.UH.SH / 100) / (FDS.UH.SH / 100) \quad (\text{solar térmica})$$

$$FF.UH.SH = SHUH * \{(FFP.UH.SH / 100) + (SSP.UH.SH / 100)\} * (1 - FDS.UH.SH) / (FFE.UH.SH / 100) \quad (\text{combustibles fósiles})$$

$$FIN.UH.SH = TF.UH.SH + MB.UH.SH + EL.UH.SH + DH.UH.SH + SS.UH.SH + FF.UH.SH \quad (\text{total})$$

Calentamiento de agua (HW):

$$TF.UH.HW = HWUH * (TFP.UH.HW / 100) / (TFE.UH.HW / 100) \quad (\text{combustible tradicional})$$

$$MB.UH.HW = HWUH * (MBP.UH.HW / 100) / (MBE.UH.HW / 100) \quad (\text{biomasa moderna})$$

$$EL.UH.HW = HWUH * (ELP.UH.HW / 100) * (1 - (HPP.UH.HW / 100) * (1 - 1 / HPE.UH.HW)) \quad (\text{electricidad})$$

$$\begin{aligned}
DH.UH.HW &= HWUH * (DHP.UH.HW / 100) && \text{(calefacción centralizada)} \\
SS.UH.HW &= HWUH * (SSP.UH.HW / 100) * (FDS.UH.HW / 100) && \text{(solar térmica)} \\
FF.UH.HW &= HWUH * \{(FFP.UH.HW / 100) + (SSP.UH.HW / 100) \\
&\quad * (1 - FDS.UH.HW / 100)\} / (FFE.UH.HW / 100) && \text{(combustible fósil)} \\
FIN.UH.HW &= TF.UH.HW + MB.UH.HW + EL.UH.HW \\
&\quad + DH.UH.HW + SS.UH.HW + FF.UH.HW && \text{(total)}
\end{aligned}$$

Cocción (CK):

$$\begin{aligned}
TF.UH.CK &= CKUH * (TFP.UH.CK / 100) / (TFE.UH.CK / 100) && \text{(combustible tradicional)} \\
MB.UH.CK &= CKUH * (MBP.UH.CK / 100) / (MBE.UH.CK / 100) && \text{(biomasa moderna)} \\
EL.UH.CK &= CKUH * (ELP.UH.CK / 100) && \text{(electricidad)} \\
SS.UH.CK &= CKUH * (SSP.UH.CK / 100) * (FDS.UH.CK / 100) && \text{(solar térmica)} \\
FF.UH.CK &= CKUH * \{(FFP.UH.CK / 100) + (SSP.UH.CK / 100) \\
&\quad * (1 - FDS.UH.CK / 100)\} / (FFE.UH.CK / 100) && \text{(combustible fósil)} \\
FIN.UH.CK &= TF.UH.CK + MB.UH.CK + EL.UH.CK \\
&\quad + SS.UH.HW + FF.UH.HW && \text{(total)}
\end{aligned}$$

Aire acondicionado (AC):

$$\begin{aligned}
EL.UH.AC &= ACUH * (ELP.UH.AC / 100) / ELE.UH.AC && \text{(electricidad)} \\
FF.UH.AC &= ACUH * (FFP.UH.AC / 100) / FFE.UH.AC && \text{(combustible fósil)} \\
FIN.UH.AC &= EL.UH.AC + FF.UH.AC && \text{(total)}
\end{aligned}$$

Equipos domésticos e iluminación:

$$\begin{aligned}
EL.UH.AP &= ELAPUH && \text{(electricidad)} \\
FF.UH.AP &= FFLTUH && \text{(combustible fósil)} \\
FIN.UH.AC &= EL.UH.AP + FF.UH.LT && \text{(total)}
\end{aligned}$$

(a.4) Energía final total en Residencial Urbano

$$\begin{aligned}
TFUH &= TF.UH.SH + TF.UH.HW + TF.UH.CK && \text{(combustible tradicional)} \\
MBUH &= MB.UH.SH + MB.UH.HW + MB.UH.CK && \text{(biomasa moderna)} \\
ELUH &= EL.UH.SH + EL.UH.HW + EL.UH.CK \\
&\quad + EL.UH.AC + ELAPUH && \text{(electricidad)}
\end{aligned}$$

$$\text{DHUH} = \text{DH.UH.SH} + \text{DH.UH.HW} \quad (\text{calefacción centralizada})$$

$$\text{SSUH} = \text{SS.UH.SH} + \text{SS.UH.HW} + \text{SS.UH.CK} \quad (\text{solar térmica})$$

$$\begin{aligned} \text{FFUH} = & \text{FF.UH.SH} + \text{FF.UH.HW} + \text{FF.UH.CK} \\ & + \text{FF.UH.AC} + \text{FFLTUH} \end{aligned} \quad (\text{combustible fósil})$$

$$\text{FINUH} = \text{TFUH} + \text{MBUH} + \text{ELUH} + \text{DHUH} + \text{SSUH} + \text{FFUH} \quad (\text{total})$$

(b) Residencial Rural

(b.1) Número Total de viviendas rurales (10^6)

Se asume que el número total de viviendas rurales es igual al número de viviendas rurales calculado en el epígrafe 5.3 (Cálculos demográficos).

$$\begin{aligned} \text{TRDW} &= \text{RHH} \\ &= \text{PO} * (\text{PRUR} / 100) / \text{CAPRH} \end{aligned}$$

(b.2) Demanda de energía útil para diferentes categorías de uso final (ver tabla 15.en la hoja "US_HH_Rr-D" del MAED_D.xls)

Calefacción (SH):

$$\begin{aligned} \text{SHRHT}(I) = & \text{TRDW} * (\text{RDWSH} / 100) * \{(\text{RDW}(I) / 100) * \text{RDWS}(I) \\ & * (\text{RAREAH}(I) / 100) * \text{RK}(I)\} * \text{RDD} * 24 / 1000000 * \text{CF1} \end{aligned} \quad \begin{array}{l} I=1, \dots, \text{NRDT} \\ (\text{viviendas rurales} \\ \text{tipo I}) \end{array}$$

$$\text{SHRH} = \sum_{I=1}^{\text{NRDT}} \text{SHRHT}(I) \quad (\text{viviendas rurales total})$$

Calentamiento de agua (HW):

$$\text{HWRH} = \text{TRDW} * \text{CAPRH} * (\text{RDWHW} / 100) * \text{RHWCAP} * (\text{CF1} / 1000)$$

Cocción (CK):

$$\text{CKRH} = \text{TRDW} * \text{CKRDW} * (\text{CF1} / 1000)$$

Aire acondicionado (AC):

$$\begin{aligned} \text{ACRHT}(I) = & \text{TRDW} * \{(\text{RDW}(I) / 100) * (\text{RDWAC}(I) / 100) \\ & * \text{RACDW}(I)\} * (\text{CF1} / 1000) \end{aligned} \quad \begin{array}{l} I=1, \dots, \text{NRDT} \\ (\text{vivienda rural tipo I}) \end{array}$$

$$ACRH = \sum_{I=1}^{NRDT} ACRHT(I) \quad (\text{vivienda rural total})$$

Usos específicos de electricidad (equipos domésticos) – energía final (AP):

$$ELAPRH = TRDW * (ELPR/100) * ELAPRDW * (CF1/1000)$$

Combustibles fósiles para iluminación en viviendas no electrificadas -energía final (LT):

$$FFLTRH = TRDW * (1 - ELPR/100) * FFLTRDW * (CF1/1000)$$

Subtotal, Residencial Rural:

$$USRH = SHRH + HWRH + CKRH + ACRH + ELAPRH + FFLTRH$$

En las ecuaciones anteriores, CF1 es el factor para convertir de TWh a la unidad de energía definida en la celda E50 de la hoja "Defis".

(b.3) Conversión de energía útil a demanda de energía final en el Residencial Rural
(ver Tablas 16.7 a 16.12 en la hoja "FIN_HH-D" del MAED_D.xls)

Calefacción (SH):

TF.RH.SH = SHRH * (TFP.RH.SH / 100) / (TFE.RH.SH / 100)	(combustible tradicional)
MB.RH.SH = SHRH * (MBP.RH.SH / 100) / (MBE.RH.SH / 100)	(biomasa moderna)
EL.RH.SH = SHRH * (ELP.RH.SH / 100) * (1 - (HPP.RH.SH / 100) * (1 - 1/HPE.RH.SH))	(electricidad)
DH.RH.SH = SHRH * (DHP.RH.SH / 100)	(calefacción centralizada)
SS.RH.SH = SHRH * (SSP.RH.SH / 100) * (FDS.RH.SH / 100)	(solar térmica)
FF.RH.SH = SHRH * {(FFP.RH.SH / 100) + (SSP.RH.SH / 100) * (1 - FDS.RH.SH / 100)} / (FFE.RH.SH / 100)	(combustible fósil)
FIN.RH.SH = TF.RH.SH + MB.RH.SH + EL.RH.SH + DH.RH.SH + SS.RH.SH + FF.RH.SH	(total)

Calentamiento de agua (HW):

TF.RH.HW = HWRH * (TFP.RH.HW / 100) / (TFE.RH.HW / 100)	(combustible tradicional)
MB.RH.HW = HWRH * (MBP.RH.HW / 100) / (MBE.RH.HW / 100)	(biomasa moderna)

$$\begin{aligned} \text{EL.RH.HW} &= \text{HWRH} * (\text{ELP.RH.HW} / 100) \\ &\quad * (1 - (\text{HPP.RH.HW} / 100)) * (1 - 1/\text{HPE.RH.HW}) \quad (\text{electricidad}) \\ \text{DH.RH.HW} &= \text{HWRH} * (\text{DHP.RH.HW} / 100) \quad (\text{calefacción centralizada}) \\ \text{SS.RH.HW} &= \text{HWRH} * (\text{SSP.RH.HW} / 100) * (\text{FDS.RH.HW} / 100) \quad (\text{solar térmica}) \\ \text{FF.RH.HW} &= \text{HWRH} * \{(\text{FFP.RH.HW} / 100) + (\text{SSP.RH.HW} / 100) \\ &\quad * (1 - \text{FDS.RH.HW} / 100)\} / (\text{FFE.RH.HW} / 100) \quad (\text{combustible fósil}) \\ \text{FIN.RH.HW} &= \text{TF.RH.HW} + \text{MB.RH.HW} + \text{EL.RH.HW} + \text{DH.RH.HW} \\ &\quad + \text{SS.RH.HW} + \text{FF.RH.HW} \quad (\text{total}) \end{aligned}$$

Cocción (CK):

$$\begin{aligned} \text{TF.RH.CK} &= \text{CKUH} * (\text{TFP.RH.CK} / 100) / (\text{TFE.RH.CK} / 100) \quad (\text{combustible tradicional}) \\ \text{MB.RH.CK} &= \text{CKUH} * (\text{MBP.RH.CK} / 100) / (\text{MBE.RH.CK} / 100) \quad (\text{biomasa moderna}) \\ \text{EL.RH.CK} &= \text{CKUH} * (\text{ELP.RH.CK} / 100) \quad (\text{electricidad}) \\ \text{SS.RH.CK} &= \text{CKUH} * (\text{SSP.RH.CK} / 100) * (\text{FDS.RH.CK} / 100) \quad (\text{solar térmica}) \\ \text{FF.RH.CK} &= \text{CKUH} * \{(\text{FFP.RH.CK} / 100) + (\text{SSP.RH.CK} / 100) \\ &\quad * (1 - \text{FDS.RH.CK} / 100)\} / (\text{FFE.RH.CK} / 100) \quad (\text{combustible fósil}) \\ \text{FIN.RH.CK} &= \text{TF.RH.CK} + \text{MB.RH.CK} + \text{EL.RH.CK} + \text{DH.RH.CK} \\ &\quad + \text{SS.RH.CK} + \text{FF.RH.CK} \quad (\text{total}) \end{aligned}$$

Aire acondicionado (AC):

$$\begin{aligned} \text{EL.RH.AC} &= \text{ACRH} * (\text{ELP.RH.AC} / 100) / \text{ELE.RH.AC} \quad (\text{electricidad}) \\ \text{FF.RH.AC} &= \text{ACRH} * (\text{FFP.RH.AC} / 100) / \text{FFE.RH.AC} \quad (\text{electricidad}) \\ \text{FIN.RH.AC} &= \text{EL.RH.AC} + \text{FF.RH.AC} \quad (\text{total}) \end{aligned}$$

Equipos domésticos e iluminación:

$$\begin{aligned} \text{EL.RH.AP} &= \text{ELAPRH} \quad (\text{electricidad}) \\ \text{FF.RH.AP} &= \text{FFLTRH} \quad (\text{combustibles fósiles}) \\ \text{FIN.RH.AP} &= \text{EL.RH.AP} + \text{FF.RH.AP} \quad (\text{total}) \end{aligned}$$

(b.4) Energía final total en el Residencial Rural

$TFRH = TF.RH.SH + TF.RH.HW + TF.RH.CK$	(combustible tradicional)
$MBRH = MB.RH.SH + MB.RH.HW + MB.RH.CK$	(biomasa moderna)
$ELRH = EL.RH.SH + EL.RH.HW + EL.RH.CK$ $+ EL.RH.AC + ELAPRH$	(electricidad)
$DHRH = DH.RH.SH + DH.RH.HW$	(calefacción centralizada)
$SSRH = SS.RH.SH + SS.RH.HW + SS.RH.CK$	(solar térmica)
$FFRH = FF.RH.SH + FF.RH.HW + FF.RH.CK$ $+ FF.RH.AC + FFLTRH$	(combustibles fósiles)
$FINRH = SFRH + MBRH + ELRH + DHRH + SSRH + FFRH$	(energía final total)

(c) Demanda de energía final del sector Residencial (urbano + rural)

(ver Tablas 16.13 a 16.18 en la hoja "FIN_HH-D" del MAED_D.xls)

Calefacción (SH):

$TF.HH.SH = TF.UH.SH + TF.RH.SH$	(combustible tradicional)
$MB.HH.SH = MB.UH.SH + MB.RH.SH$	(biomasa moderna)
$EL.HH.SH = EL.UH.SH + EL.RH.SH$	(electricidad)
$DH.HH.SH = DH.UH.SH + DH.RH.SH$	(calefacción centralizada)
$SS.HH.SH = SS.UH.SH + SS.RH.SH$	(solar térmica)
$FF.HH.SH = FF.UH.SH + FF.RH.SH$	(combustibles fósiles)
$FIN.HH.SH = TF.HH.SH + MB.HH.SH + EL.HH.SH + DH.HH.SH$ $+ SS.HH.SH + FF.HH.SH$ $= FIN.UH.SH + FIN.RH.SH$	(energía final total)

Calentamiento de agua (HW):

$TF.HH.HW = TF.UH.HW + TF.RH.HW$	(combustible tradicional)
$MB.HH.HW = MB.UH.HW + MB.RH.HW$	(biomasa moderna)
$EL.HH.HW = EL.UH.HW + EL.RH.HW$	(electricidad)

$$DH.HH.HW = DH.UH.HW + DH.RH.HW \quad (\text{calefacción centralizada})$$

$$SS.HH.HW = SS.UH.HW + SS.RH.HW \quad (\text{solar térmica})$$

$$FF.HH.HW = FF.UH.HW + FF.RH.HW \quad (\text{combustibles fósiles})$$

$$\begin{aligned} FIN.HH.HW &= TF.HH.HW + MB.HH.HW + EL.HH.HW + DH.HH.HW \\ &\quad + SS.HH.HW + FF.HH.HW \\ &= FIN.UH.HW + FIN.RH.HW \end{aligned} \quad (\text{energía final total})$$

Cocción (CK):

$$TF.HH.CK = TF.UH.CK + TF.RH.CK \quad (\text{combustible tradicional})$$

$$MB.HH.CK = MB.UH.CK + MB.RH.CK \quad (\text{biomasa moderna})$$

$$EL.HH.CK = EL.UH.CK + EL.RH.CK \quad (\text{electricidad})$$

$$SS.HH.CK = SS.UH.CK + SS.RH.CK \quad (\text{solar térmica})$$

$$FF.HH.CK = FF.UH.CK + FF.RH.CK \quad (\text{combustibles fósiles})$$

$$\begin{aligned} FIN.HH.CK &= TF.HH.HW + MB.HH.CK + EL.HH.CK \\ &\quad + SS.HH.CK + FF.HH.CK \\ &= FIN.UH.CK + FIN.RH.CK \end{aligned} \quad (\text{energía final total})$$

Aire acondicionado (AC):

$$EL.HH.AC = EL.UH.AC + EL.RH.AC \quad (\text{electricidad})$$

$$FF.HH.AC = FF.UH.AC + FF.RH.AC \quad (\text{combustibles fósiles})$$

$$\begin{aligned} FIN.HH.AC &= EL.HH.AC + FF.HH.AC \\ &= FIN.UH.AC + FIN.RH.AC \end{aligned} \quad (\text{energía final total})$$

Equipos domésticos e iluminación

$$EL.HH.AP = EL.UH.AP + EL.RH.AP \quad (\text{electricidad})$$

$$FF.HH.AP = FF.UH.LT + FF.RH.LT \quad (\text{combustibles fósiles})$$

$$\begin{aligned} FIN.HH.AP &= EL.HH.AP + FF.HH.AP \\ &= FIN.UH.AP + FIN.RH.AP \end{aligned} \quad (\text{energía final total})$$

Energía final total en el sector Residencial

$$\begin{aligned} \text{TFHH} &= \text{TF.HH.SH} + \text{TF.HH.HW} + \text{TF.HH.CK} \\ &= \text{TFUH} + \text{TFRH} \end{aligned} \quad (\text{combustible tradicional})$$

$$\begin{aligned} \text{MBHH} &= \text{MB.HH.SH} + \text{MB.HH.HW} + \text{MB.HH.CK} \\ &= \text{MBUH} + \text{MBRH} \end{aligned} \quad (\text{biomasa moderna})$$

$$\begin{aligned} \text{ELHH} &= \text{EL.HH.SH} + \text{EL.HH.HW} + \text{EL.HH.CK} \\ &= \text{ELUH} + \text{ELRH} \end{aligned} \quad (\text{electricidad})$$

$$\begin{aligned} \text{DHHH} &= \text{DH.HH.SH} + \text{DH.HH.HW} \\ &= \text{DHUH} + \text{DHRH} \end{aligned} \quad (\text{calefacción centralizada})$$

$$\begin{aligned} \text{SSHH} &= \text{SS.HH.SH} + \text{SS.HH.HW} + \text{SS.HH.CK} \\ &= \text{SSUH} + \text{SSRH} \end{aligned} \quad (\text{solar térmica})$$

$$\begin{aligned} \text{FFHH} &= \text{FF.HH.SH} + \text{FF.HH.HW} + \text{FF.HH.CK} \\ &\quad + \text{FF.HH.AC} + \text{FF.LTHH} \\ &= \text{FFUH} + \text{FFRH} \end{aligned} \quad (\text{combustibles fósiles})$$

$$\begin{aligned} \text{FINHH} &= \text{TFHH} + \text{MBHH} + \text{ELHH} + \text{DHHH} + \text{SSHH} + \text{FFHH} \\ &= \text{FINUH} + \text{FINRH} \end{aligned} \quad (\text{energía final total})$$

5.5.4 Sector servicio

(a) Fuerza laboral en el sector Servicio (10^6) y área de piso (10^6 m^2)
(ver Tabla 17-1 de la hoja "US_SS-D" del MAED_D.xls)

$$\text{LSER} = \text{ALF} * (\text{PLSER}/100) \quad (\text{fuerza laboral})$$

$$\text{TAREA} = \text{LSER} * \text{AREAL} \quad (\text{área de piso})$$

(b) Demanda energía útil para diferentes categorías de uso final
(ver Tablas 17-3 , 17-7 a 17-10 de la hoja "US_SS-D" del MAED_D.xls)

Calefacción (SH):

$$\text{TARSH} = \text{TAREA} * (\text{ARSH}/100) * (\text{AREAH}/100) \quad (\text{área de piso donde se requiere SH})$$

$$\text{US.SH.SER} = \text{TARSH} * \text{SSHR} * (\text{CF1}/1000)$$

Aire acondicionado (AC):

$$\text{US.AC.SER} = \text{TAREA} * (\text{AREAAC}/100) * \text{SACR} * (\text{CF1}/1000)$$