

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ECONÓMICA



“MODELO PARA PROYECCIÓN DE BALANCES
ENERGÉTICOS NACIONALES DEL PERÚ SEGÚN LA
ESTRUCTURA INSUMO-PRODUCTO (MATRIZ DE
LEONTIEF), APLICANDO REDES NEURONALES”

TESIS

Presentada por:

NORMAN JESÚS BELTRÁN CASTAÑÓN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ECONOMISTA

PROMOCIÓN 2000

PUNO - PERÚ

2013

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE DE INGENIERÍA ECONÓMICA**

**"MODELO PARA PROYECCIÓN DE BALANCES ENERGÉTICOS
NACIONALES DEL PERÚ SEGÚN LA ESTRUCTURA INSUMO-PRODUCTO
(MATRIZ DE LEONTIEF), APLICANDO REDES NEURONALES"**

TESIS

PRESENTADO POR:

NORMAN JESÚS BELTRÁN CASTAÑÓN

Para Optar el Título de:

INGENIERO ECONOMISTA

APROBADO POR EL JURADO DICTAMINADOR:

PRESIDENTE


: _____
M.Sc. Teodocio LUPA QUISOCALA

PRIMER MIEMBRO


: _____
M.Sc. Alcides HUAMANI PERALTA

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
Ing. Hugo HUAITALLA HUAMAN

DIRECTOR


: _____
M.Sc. William PARILLO MAMANI

Área: Economía de los Recursos Naturales y Medio Ambiente

Tema: Políticas Ambientales.

DEDICATORIA

A mis madres Ana Clara, Emilia y Esther Genoveva:

*Porque hay madres que luchan por sus hijos un día y **ellas valen**, hay madres que luchan por sus hijos un año y ellas **lo son todo**, y también hay madres que luchan por sus hijos toda la vida y ellas **son imprescindibles**.*

Y tú Madre vales mucho, eres todo para nosotros, y serás imprescindible para toda nuestra vida.

A mis Padres Lucio y José Pedro:

Que es ejemplo para que uno con sacrificio, empeño y perseverancia consiga su objetivo, y gracias a su paciencia y humildad nos ha llevado hacia el camino de nuestra Profesión

A mis Hermanos: Lucio, Cesar y Aníbal

Quienes son nuestros verdaderos amigos a quienes les agradecemos por su apoyo espiritual, moral y material para cumplir con nuestros objetivos profesionales desde la tierra y el cielo.

*A mi esposa Aguimatea y mis dos hijas:
Naara Luciana y Kira Emiliana*

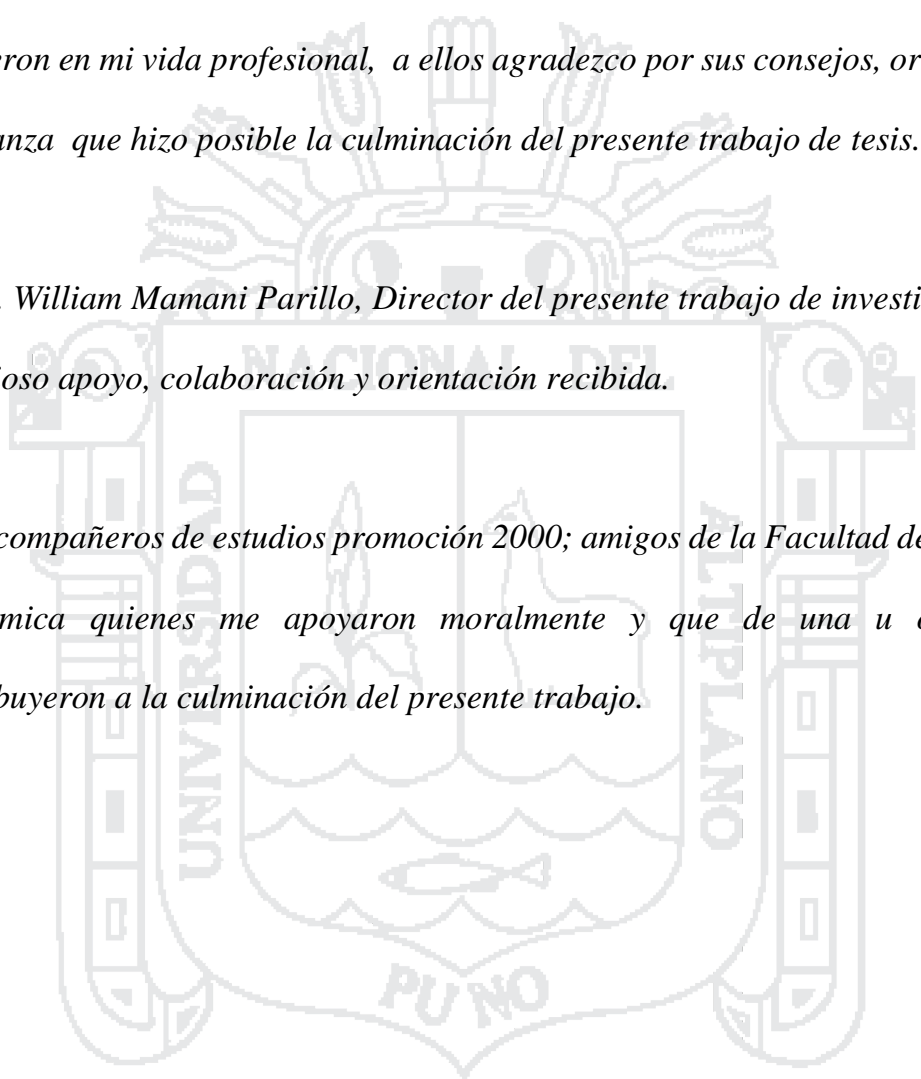
Norman

AGRADECIMIENTOS

A mis docentes de la Facultad de Ingeniería Económica, con eterna gratitud a todos, quienes fueron los motivadores para caminar en una carretera que ellos trazaron y dirigieron en mi vida profesional, a ellos agradezco por sus consejos, orientación y enseñanza que hizo posible la culminación del presente trabajo de tesis.

Al Ing. William Mamani Parillo, Director del presente trabajo de investigación, por su valioso apoyo, colaboración y orientación recibida.

A mis compañeros de estudios promoción 2000; amigos de la Facultad de Ingeniería Económica quienes me apoyaron moralmente y que de una u otra forma contribuyeron a la culminación del presente trabajo.



INDICE GENERAL**DEDICATORIA****AGRADECIMIENTOS****INDICE GENRAL****LISTA DE FIGURAS****LISTA DE TABLAS****SIGLAS Y ABREVIATURAS****RESUMEN** 14**ABSTRACT** 16**INTRODUCCIÓN** 17**CAPÍTULO I****PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA
INVESTIGACIÓN** 19

1.1. Consideraciones iniciales 19

1.2. Planteamiento del problema 20

1.3. Formulación del problema 22

1.4. Justificación del proyecto 22

1.5. Objetivos de la investigación 23

1.5.1. Objetivo general 23

1.5.2. Objetivos específicos 23

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.1. Balances de energía	24
2.2. Implicaciones teóricas del modelo de insumo producto	25
2.3. Definición de la energía útil	27
2.4. Fuentes energéticas.....	30
2.4.1. Fuentes primarias	30
2.4.2. Fuentes secundarias	31
2.5. Centros de transformación.....	31
2.5.1. Refinerías.....	32
2.5.2. Centrales eléctricas	33
2.5.3. Planta de tratamiento de gas natural	34
2.5.4. Carboneras.....	35
2.5.5. Coquerías	36
2.5.6. Destilerías de alcohol.....	37
2.5.7. Otros centros de transformación	39
2.6. Desagregación del Consumo:.....	40
2.7. Sectores principales	40
2.8. Estructura general y principales flujos energéticos del BNE.....	45
2.9. Hipotesis de la investigacion.....	47
2.9.1. Hipotesis general	47
2.9.2. Variable independiente	47
2.9.3. Variable dependiente.....	47

CAPÍTULO III

MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN..... 48

3.1. El método de la investigación	48
3.2 Análisis de la economía y la energía en el Perú para previsión del ben	50
3.2.1. Primer gobierno de Alberto Fujimori (1990 – 1995).....	50
3.2.2. Segundo gobierno de Alberto Fujimori (1995 – 2000).....	52
3.2.3. Gobierno de Valentín Paniagua Corazao (2000-2001).....	53
3.2.4. Gobierno de Alejandro Toledo Manrique (2001- 2006).....	55
3.2.5. Segundo gobierno de Alan García Pérez (2006 - 2011).....	57
3.2.6. Gobierno de Ollanta Humala Tasso (2011-2016).....	58
3.2.7. La Reforma del Estado.....	59
3.2.8. Población.....	61
3.2.9. Producto Bruto Interno.....	61
3.2.10. Inversión externa	61
3.2.11. Saldo en la balanza comercial	61

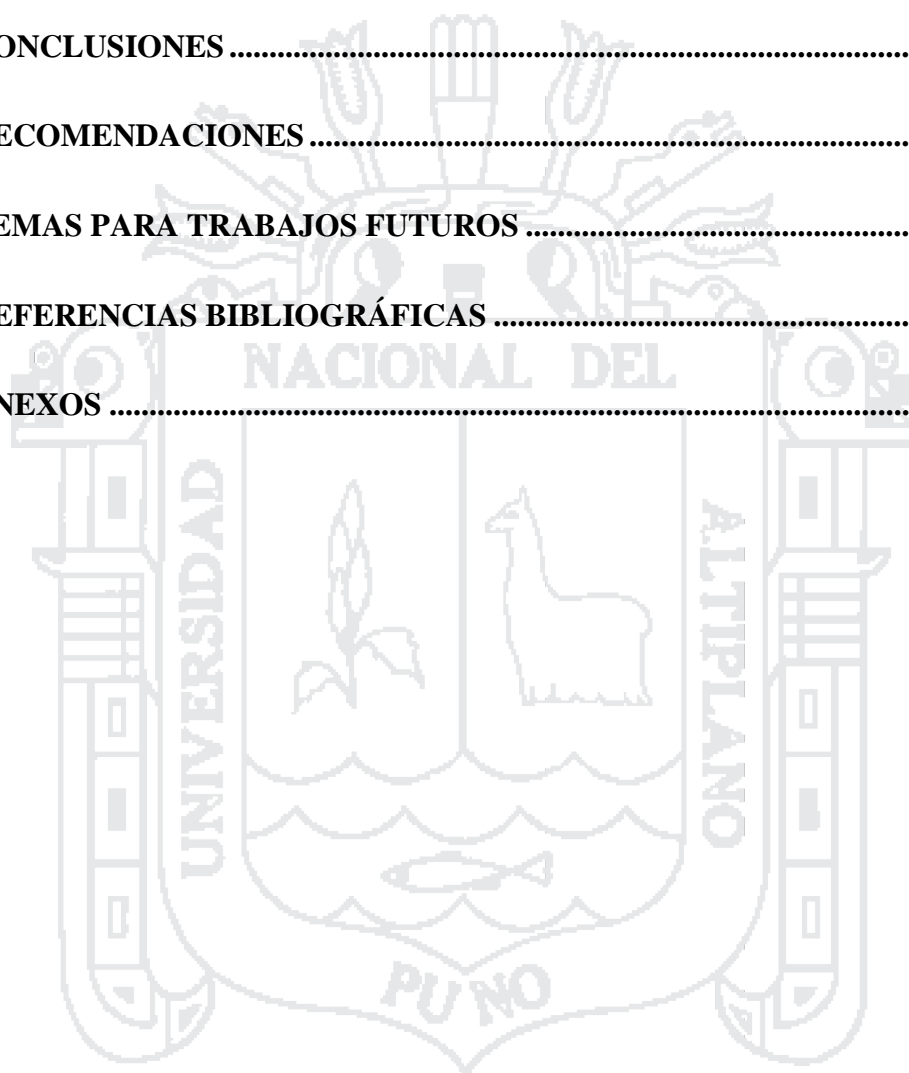
CAPITULO IV

MODELO DEL SISTEMA DE PROYECCIÓN..... 67

4.1. Modelos energéticos utilizados en el mundo.....	67
4.2. Topología o arquitectura de redes neuronales aplicados a la energía	68
4.3. Modelo según las redes neuronales.....	69
4.4. La neurona artificial.....	70
4.5. Conexiones entre diferentes tipo de neuronas y funciones de activación y de salida.....	71

4.6. Estructuras de las redes neuronales. tipos	75
4.7. El aprendizaje.....	77
4.8. Redes de propagación hacia adelante	78
4.9. Algoritmo de aprendizaje del perceptrón	80
4.10. Teorema de convergencia	81
4.11. Adaline y madaline.....	82
4.12. Algoritmo lms.....	83
4.13. Redes multicapa, tipo perceptrón.....	83
4.14. Backpropagación.	85
4.15. La regla delta generalizada.....	85
4.16. Entrenamiento y validación.....	87
4.17. Restitución.....	89
4.18. Validación cruzada	90
4.19. El modelo establecido por wassily leontief (benitez, 2007).....	91
 CAPITULO V	
 ANALISIS DE RESULTADOS	105
5.1. Oferta y demanda energética.....	105
5.2. Influencia del gas natural	107
5.3. Analisis de la oferta energética.....	112
5.4. Analisis de la demanda de energía secundaria	121
5.4.1. Coque.....	121
5.4.2. Carbón vegetal.....	122
5.4.3. Gas licuado de petroleo (glp).....	123
5.4.4. Gasolina.....	125

5.4.5. Kerosene jet.....	126
5.4.6. Diesel oil.....	127
5.4.7. Gas de distribución.....	128
5.4.8. Electricidad.....	134
CONCLUSIONES.....	136
RECOMENDACIONES.....	138
TEMAS PARA TRABAJOS FUTUROS.....	139
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	140
ANEXOS.....	143



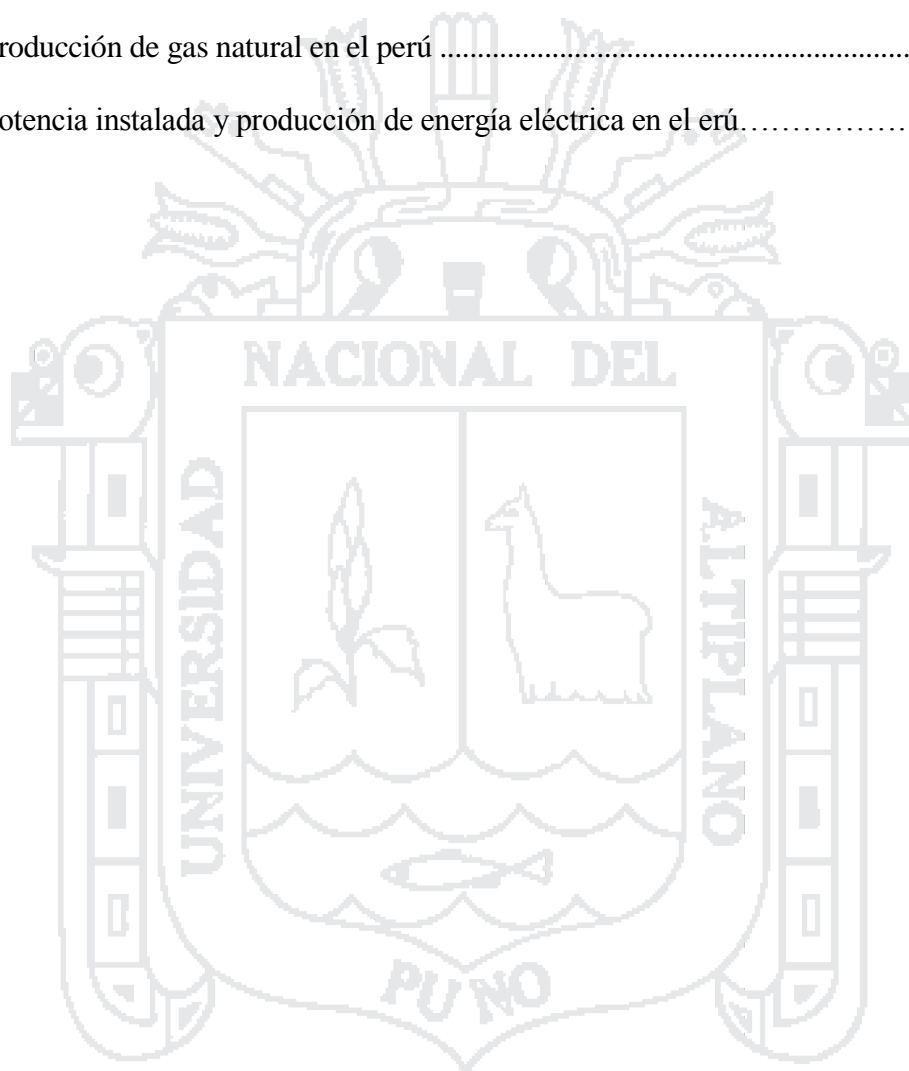
LISTA DE FIGURAS

2.1. Procedimiento para determinar el uso final de energía	28
2.2. Centros de transformación de refinerías	32
2.3. Centros de transformación de centrales eléctricas.....	34
2.4. Centros de transformación de plantas de tratamiento de gas	35
2.5. Centros de transformación de carboneras.....	36
2.6. Centros de transformación de coquerías.....	37
2.7. Centros de transformación de destilerías de alcohol.....	38
2.8. Estructura general y principales flujos energéticos	45
2.9. Balance nacional de energía del Perú. consolidado.....	46
3.1. Inversiones externas directas en el Perú (millones de dólares)	65
3.2. Saldo en la balanza comercial (millones de dólares)	65
4.1. Función principal de una red neuronal	70
4.2. Gráfico de función umbral	71
4.3. Puntos diversos de función umbral	72
4.4. Gráfica de función identidad	73
4.5. Variación de función lineal	74
4.7. Principio de funcionamiento multicapa.....	76
4.8. Identificación de clases.....	79
4.9. Función paralela	81
4.10. Características de tipos de redes según estructura.....	84
4.11. Ejemplo de aplicación	88

4.12. Tipo de aprendizaje	90
4.13 Respuestas de datos de validación y entrenamiento	91
5.1. Crecimiento del pbi, consumo de energía y producción de electricidad.....	111
5.2. Proyección de la producción de energía primaria de carbón mineral	113
5.3. Proyección de la producción de energía primaria de leña	114
5.4. Proyección de la producción de energía primaria de bosta&yareta	115
5.5. Proyección de la producción de energía primaria de bagazo	116
5.6. Proyección de la producción de energía primaria de petróleo crudo	117
5.7. Proyección de la producción de energía primaria de gas natural	118
5.8. Proyección de la producción de energía primaria de hidroenergía	121
5.9. Proyección de la demanda de energía secundaria de coque	122
5.10. Proyección de la demanda de energía secundaria de carbón natural.....	122
5.11. Proyección de la demanda de energía secundaria de glp	124
5.12. Proyección de la demanda de energía secundaria de gasolina	125
5.13. Proyección de la demanda de energía secundaria de kerosene	126
5.14 Proyección de la demanda de energía secundaria de diesel oil	127
5.15 .Proyección de la demanda de energía secundaria de petróleo residual.....	128
5.16. Esquema de utilización del gas natural en el mercado peruano.	132
5.17. Proyección de la demanda de energía secundaria de gas natural	133
5.18. Proyección de la demanda de energía secundaria de gas metalurgico	134
5.19. Proyección de la demanda de energía secundaria de electricidad	135

LISTA DE TABLAS

2.1. Relación entre la desagregación adoptada por cada sector y los usos básicos.	43
5.1. Consumo del gn por sectores en países sudamericanos (2010)(d)	108
5.2. Producción de gas natural en el Perú	110
5.3. Potencia instalada y producción de energía eléctrica en el Perú.....	120



SIGLAS Y ABREVIATURAS

CALIDDA: Empresa distribuidora del gas de Camisea en Lima y Callao

DGH: Dirección General de Hidrocarburos.

GLP: Gas licuado de petróleo.

GN: Gas natural.

GNC: Gas natural comprimido.

GNV: Gas natural vehicular.

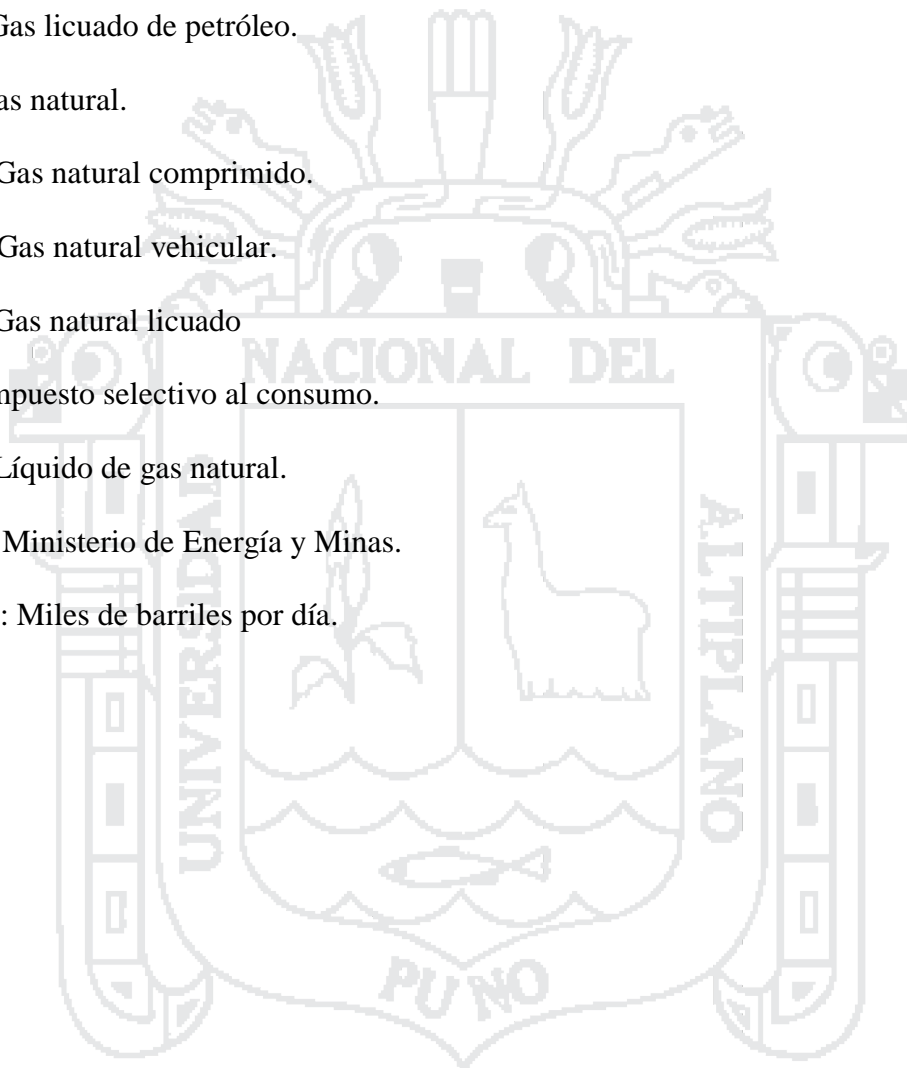
GNL: Gas natural licuado

ISC: Impuesto selectivo al consumo.

LGN: Líquido de gas natural.

MEM: Ministerio de Energía y Minas.

MBPD: Miles de barriles por día.



RESUMEN

En los últimos años el Perú, ha sufrido una serie de cambios en su matriz energética, ello debido a las diferentes políticas energéticas que cada gobierno de turno vinieron estableciendo. Tal es así, que con el descubrimiento de gas natural (GN) de las reservas de Camisea y Pagoreni, las Central Solar de Tacna-Solar, Central Solar de Moquegua, Central Solar de Repartición- Arequipa, Central Solar de Majes-Arequipa, Central Eólica de Cupisnique, Central Eólica de Talara, Central Eólica de Marcona, Central Eólica de Tres Hermanas, Central a Biogas de Huaycoloro, los convenios internacionales (especialmente con Brasil) para la implementación y ampliación del potencial hidráulico del Perú, las políticas de los gobiernos en incrementar la capacidad instalada de energías no convencionales (energía solar, energía eólica, biomasa, alcohol y otros) permitieron la elaboración de proyectos para promover estos tipos de energía, los cuales fueron denominados PROYECTOS RER, por el Ministerio de Energía y Minas. Se espera que estos proyectos RER (Recursos Energéticos Renovables) sean alcanzados por los diferentes sectores económicos consumidores de energía y establecidos en el Balance Nacional de Energía.

La propuesta que damos en la presente Tesis de Pre grado de la Facultad de Ingeniería Económica, se identifica el posible potencial de demanda del gas natural de las diferentes reservas de energéticas para los diferentes sectores de consumo y hace una proyección de la Matriz Energética Peruana, teniendo como objetivo contribuir para el establecimiento de políticas, estrategias de desarrollo, desafíos culturales, tecnológicos y financieros que busquen su incorporación en las actividades económicas en el Perú durante los años venideros. Para la proyección se han utilizado diferentes técnicas y herramientas que fueron combinadas (modelo de proyección), tales como redes neuronales (para la proyección de la oferta y demanda), en función a la matriz energética del Perú, y los principios

establecidos por Wassily Wassilyevich **Leontief**, el cual impuso la **Teoría de Leontief** o más conocida como la **Matriz Insumo. Producto**.

Palabras claves: Modelo de proyección, proyección de BEN, BNE de Perú, Matriz de Leontief, Matriz Insumo. Producto



ABSTRACT

In recent years, Peru has undergone a series of changes in its energy matrix, due to the different energy policies that each government in turn was establishing. Thus, with the discovery of natural gas (GN) from the Camisea and Pagoreni reserves, the Tacna-Solar Solar Power Plant, Moquegua Solar Power Plant, Arequipa Solar Power Plant, Majes-Arequipa Solar Power Plant, Central Wind energy from Cupisnique, Talara Wind Power Plant, Marcona Wind Power Plant, Tres Hermanas Wind Power Plant, Huaycoloro Biogas Plant, international agreements (especially with Brazil) for the implementation and expansion of Peru's hydraulic potential, government policies In increasing the installed capacity of unconventional energies (solar energy, wind energy, biomass, alcohol and others) allowed the elaboration of projects to promote these types of energy, which were denominated PROJECTS RER, by the Ministry of Energy and Mines. These RER (Renewable Energy Resources) projects are expected to be achieved by the different economic sectors that consume energy and are established in the National Energy Balance.

The proposal that we give in this Preference Thesis of the Faculty of Economic Engineering identifies the potential potential of natural gas demand of the different energy reserves for the different consumption sectors and makes a projection of the Peruvian Energy Matrix, With the objective of contributing to the establishment of policies, development strategies, cultural, technological and financial challenges that seek their incorporation in economic activities in Peru during the coming years. For the projection, different techniques and tools have been used that were combined (projection model), such as neural networks (for the projection of supply and demand), according to the energy matrix of Peru, and the principles established by Wassily Wassilyevich Leontief, which imposed the Leontief Theory or better known as the Input Matrix. Product.

Keywords: Projection model, projection of BEN, BNE of Peru, Leontief Matrix, Matrix Insum-Product

INTRODUCCIÓN

Se espera que este estudio pueda colaborar en el nivel universitario, especialmente en la Facultad de Ingeniería Económica, una nueva alternativa para realizar proyecciones y realizar a planeamiento energético a nivel nacional, subsidiando al gobierno peruano en la toma de decisiones para el desarrollo de nuevas políticas energéticas en función de la implementación de potenciales energéticos en el Perú, para consumo propio o para exportación. El presente trabajo de investigación, tiene como armazón metodológico la identificación de los sectores consumidores potenciales, elaborando estrategias y políticas mediante escenarios que se dan inicio en el año 2011 hasta el año 2025, considerando y aprovechando la teoría propuesta por Leontief (Matriz Insumo- Producto), periodo que ocurrirán cambios en los gobiernos electos democráticamente. Además, se realizará un análisis de la producción futura de energéticos (gas natural, hidroenergía, energías no convencionales y otros) según el Balance Nacional de Energía con la metodología híbrida desarrollada. Los resultados obtenidos por el modelo desarrollado mostrarán cómo será el comportamiento de la Matriz Energética Peruana, y además, ello permitirá implementar Balances Regionales de Energía en el Perú.

Para el desarrollo del trabajo de investigación, este fue estructurado en diferentes capítulos de la siguiente manera:

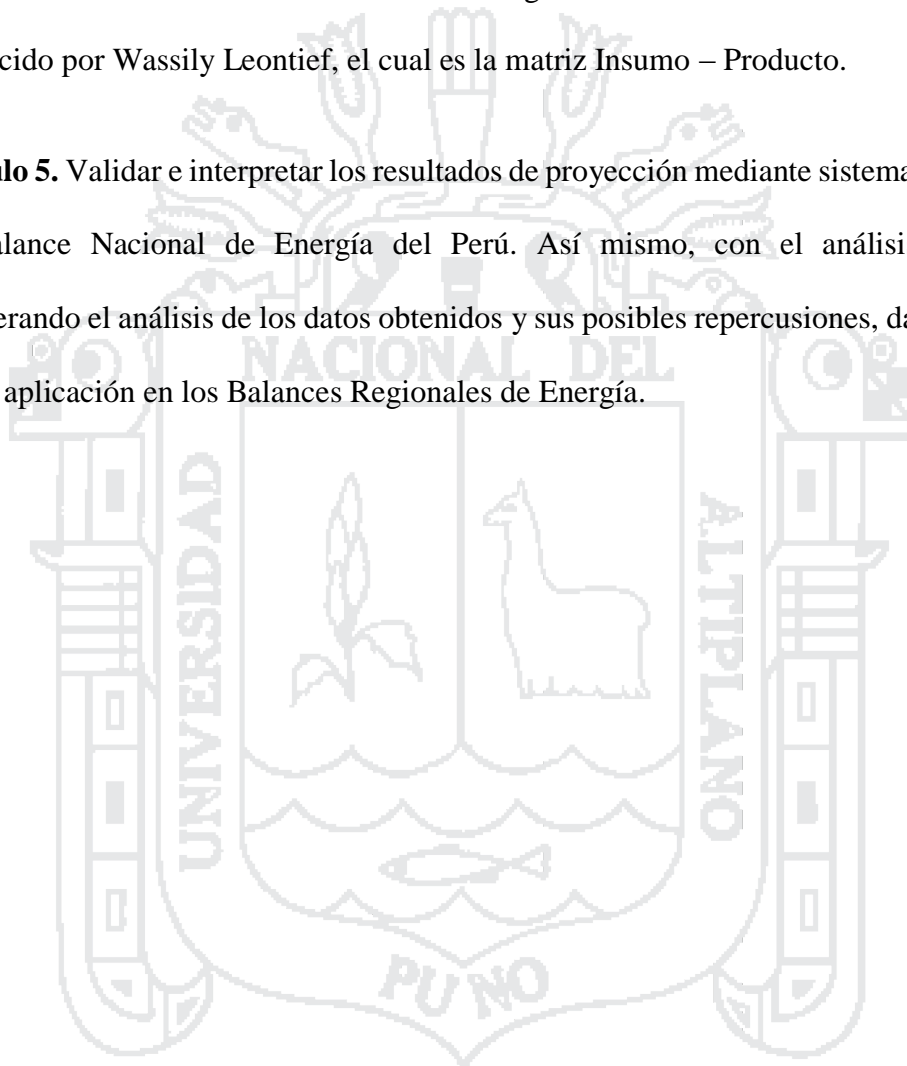
Capítulo 1. Introducción, se expone la temática y el contexto en el cual está insertada la motivación para el desarrollo, la metodología y los objetivos a ser alcanzados.

Capítulo 2. Analizar y presentar el marco conceptual sobre la estructura de la matriz insumo-producto propuesto por Leontief, aplicado a Balances Nacionales y Regionales de Energía.

Capítulo 3. Se enuncia el método de investigación que se desarrollo en el presente trabajo de investigación.

Capítulo 4. En este capítulo se presenta el modelo del sistema de proyectos que se determinó. En el cual se hace un estudio bibliográfico de las redes neuronales y lo que es establecido por Wassily Leontief, el cual es la matriz Insumo – Producto.

Capítulo 5. Validar e interpretar los resultados de proyección mediante sistemas inteligentes del Balance Nacional de Energía del Perú. Así mismo, con el análisis cualitativo, considerando el análisis de los datos obtenidos y sus posibles repercusiones, dar alternativas para la aplicación en los Balances Regionales de Energía.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. CONSIDERACIONES INICIALES

El análisis de cuadros de insumo-producto, fue desarrollado por W.W. Leontief en 1936, como el instrumento de interpretación de las interdependencias de los diversos sectores de la economía. Es decir, en el análisis de insumo-producto consideramos cualquier sistema económico como un complejo de industrias mutuamente interrelacionadas. Se considera que toda industria recibe materias primas (insumos) de las demás industrias del sistema y que, a su vez, proporciona su producción a las demás industrias en calidad de materia prima. Fundamentalmente se trata de un análisis general del equilibrio estático de las condiciones tecnológicas de la producción total de una economía, durante el periodo de tiempo en cuestión.

El método input-output o también llamado análisis intersectorial nos sirve para medir y analizar las relaciones de interdependencia reciproca que existen entre los diversos sectores de producción y consumo que integran la economía de una nación. Si bien aplicase posteriormente al estudio de sistemas más reducidos (áreas metropolitanas, grandes empresas).

Se define la interdependencia existente entre los diferentes sectores que componen el sistema en cuestión, mediante una serie de ecuaciones lineales cuyos coeficientes numéricos representan las características estructurales propias del mismo. El valor de estos coeficientes se determina empíricamente; y en el caso de que los mismos se refirieran a la economía de una nación se obtienen generalmente de la tabla estadística input-output.

En el presente trabajo se presenta una metodología híbrida para la proyección del BEN, la cual combina modelos difusos con redes neuronales, también denominados como modelo de proyección, los resultados son comparados con los proyectados por la herramienta LEAP para saber si las proyecciones con el modelo de proyección son confiables. Actualmente, la proyección del BEN se realiza de forma empírica utilizando herramientas estadísticas simples, con el presente trabajo se contribuye en la mejora de la metodología actual de proyección del BEN a corto y mediano plazo. Ello puede ser extendido a otros balances de energía, como los regionales, para lo cual deben guardar una estructura estándar, que para nuestro caso es la que fue formulada por Wassily Leontief o también llamada matriz de Insumo – Producto.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Balance de Energía Nacional (BEN) y los Balances de Energía Regionales (BER) en el Perú, son herramientas fundamentales para definir la política energética de la Región o el país, dado que cumple en el sector energético, un papel análogo al de las matrices de Insumo – Producto en el sector económico, el cual permite conocer detalladamente la estructura del sector energético de una Región o país, calcular ciertas relaciones de eficiencia, realizar la proyección energética, sus perspectivas a

corto, mediano y largo plazo y determinar el impacto al ambiente del desarrollo y uso de los energéticos de una forma eficiente.

Actualmente nos encontramos en el proceso de descentralización en nuestro país, lamentablemente no contamos con una proyección del Balance de Energía Nacional y menos con los Balances de Energía Regionales, lo que no permite que se puedan tomar decisiones acertadas referente a política energética, determinar los impactos negativos y positivos que puede traer la producción y consumo de energéticos referente a la situación económica y medioambiental.

El cálculo actual del BEN se realiza en base al año anterior, pero no se realiza una predicción del comportamiento del mismo para el siguiente año, ello podría realizarse considerando algunas variables económicas, sin embargo la información no se encuentra estructurada, muchas de las cuales se manejan en hojas de cálculo o informes.

Hoy en día, los países han ajustado sus políticas no solo a mantener un *status quo* sino que las predicciones de largo plazo se hacen en base a variables económicas. Sin embargo el uso de los modelos de proyecciones, los cuales fueron usados por primera vez por los economistas a inicios de los 90's, son una de las más potentes herramientas para el análisis de información en computación y diversos campos científicos. En ese sentido, el modelo de proyección planteado permite simular relaciones no lineales desconocidas.

El presente trabajo de investigación a nivel de pre-grado, desarrolla un MODELO DE PROYECCIÓN para proyectar los Balances Energéticos Nacionales y/o regionales aprovechando el potencial de análisis que poseen estas herramientas, la cual será realizada a través de la información histórica que se posee desde el año 1978-2009, información que será extraída del Balance Energético Nacional.

El problema se presenta desafiador, en vista que el modelado de la demanda y consumo de energía eléctrica se basa en el historial del consumo y las relaciones de este consumo con otras variables, tales como: económicas, demográficas, climáticas, precio de energía, etc. Lo cual se presenta como un problema de análisis multivariado que integre técnicas de análisis de regresión y predicción.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Tal preocupación se enmarca en la formulación de la siguiente interrogante de investigación, la que dio lugar al planteamiento del presente trabajo de investigación:

¿Cómo mejorar la proyección de Balances Energéticos Nacionales, según la matriz Insumo- Producto ó matriz de Leontief?

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Partiendo de los distintos referentes que se concluye en la necesidad de impulsar el modelo de proyección de Balances Nacionales y Regionales de Energía, según estructura de Leontief, utilizando un modelo de proyección, tomando como caso la información que se cuenta del Balance Nacional de Energía de Perú desde el año 1979 al año 2011.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar un pronóstico de la demanda y oferta de energía en el Perú al año 2025.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar y analizar la proyección de la demanda de energía, tales como el gas natural, petróleo, gasolina, etc. Según los sectores económicos en el Perú.
- Analizar las políticas económicas que se obtendrían a partir de las proyecciones de demanda y oferta.
- Realizar y analizar la oferta y la producción de energía, según los entes que realizar esta actividad económica.
- Evaluar las proyecciones de demanda y oferta de energía.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. BALANCES DE ENERGÍA

Un **Balance Nacional y/o Regional de Energía**, es una herramienta fundamental para definir la política energética, dado que cumple en el sector energético, un papel análogo al de las matrices de Insumo – Producto en el sector económico, y nos permite conocer detalladamente la estructura del sector energético de una Nación o Región, calcular ciertas relaciones de eficiencia, realizar la proyección energética, sus perspectivas a corto, mediano y largo plazo y determinar el impacto al ambiente del desarrollo y uso de los energéticos.

El objetivo fundamental del modelo de insumo producto es explicar las magnitudes de las corrientes intersectoriales con base en los niveles de producción u oferta energética de cada sector consumidor o demandador de energía, por lo que el modelo permite tener una aproximación al valor de las transacciones energéticas que se realizan entre los diferentes sectores de la economía.

La técnica de insumo producto se debe a Wassily Leontief (1941), y fue construida inicialmente para el análisis nacional de las modificaciones estructurales de la economía norteamericana. Esta técnica ha sido ampliamente utilizada por varias razones: porque

permite una representación holística del sistema económico; por ser un instrumento operativo de la teoría del equilibrio general y un enlace entre el análisis microeconómico, de corte neoclásico, y la teoría macroeconómica keynesiana, finalmente; debido a sus múltiples posibilidades de uso práctico en el análisis económico, análisis energético, para la elaboración de Balances Nacionales de Energía, lo que nos llevará a la formulación de políticas energéticas y la realización de pronósticos.

El análisis se orienta al examen cuantitativo de las interacciones entre agentes productivos, dado su carácter de consumidores de energía y proveedores de energéticos (hidroenergía, petróleo, gas natural, GLP, carbón, energía solar, energía eólica, bagazo de caña de azúcar y otros) dentro de un sistema interactivo.

El análisis de la estructura económica constituye uno de los principales usos del modelo, lo cual permite determinar la consistencia interna de los planes de desarrollo energético y detectar las fallas en el sistema.

El modelo tiene aplicaciones para la investigación y el análisis de los cambios estructurales de la economía y la energía, permitiendo medir cambios en la productividad energética, estudiar las repercusiones de una sustitución de recursos energéticos, y determinar el impacto ambiental del consumo de energéticos

2.2. IMPLICACIONES TEÓRICAS DEL MODELO DE INSUMO PRODUCTO

El análisis de insumo producto tiene implícita una teoría de la producción, donde los componentes de la demanda final de energía se asumen como datos conocidos, por lo cual los supuestos que soportan esta teoría están basados en la naturaleza de la producción. Los supuestos básicos son:

- Es posible dividir las actividades productivas de energía de un sistema económico en sectores, cuya interdependencia se expresa de manera objetiva a través de funciones lineales de insumos de forma tal que al variar los niveles de producción, los insumos requeridos varían en el mismo sentido y proporción, es decir, existen rendimientos constantes de escala.
- Los coeficientes de insumo producto se asumen fijos, es decir, no existe sustitución de insumos en el proceso productivo ni apertura de nuevas actividades, por lo que se considera que no existe cambio tecnológico significativo.
- Cada sector se especializa en la producción de un solo energético, para el cual existe un proceso de producción único.

En la elaboración actual de los balances energéticos, se convierten las fuentes y formas de energía a su equivalente energético del nivel primario hasta el consumo final de energía. O sea, no se cubren las pérdidas al nivel del consumidor final (la energía útil).

Actualmente, la matriz del Balance Nacional de Energía del Perú, ha sido superada por los requerimientos de análisis económico y energético a nivel nacional y regional. Los conceptos de uso racional de energía, el reemplazo de fuentes de energía, el análisis y proyección de la demanda de energía requieren un conocimiento, no solo del consumo por sectores económicos (industrial, residencial, etc.) y por fuentes energéticas (electricidad, derivados de petróleo, etc.) como figura en el balance actual, sino que también por sub-sectores económicos (cemento, hierro, etc.), por categorías de uso de demanda (calor, iluminación, etc.) juntamente con datos sobre los equipamientos de uso final y su eficiencia.

El balance energético pone de manifiesto las interrelaciones entre la oferta, transformación y uso final de la energía y representa un instrumento relevante para la organización y

presentación de datos en la planificación energética global. Además, contabiliza flujos físicos consistentes que van desde la energía primaria hasta el consumo final.

El balance de energía útil permite un conocimiento más claro de la eficiencia energética y constituye la base para el análisis con respecto a las posibilidades de suplantación y competitividad de precios y tarifas entre los diferentes energéticos.

2.3. DEFINICIÓN DE LA ENERGÍA ÚTIL

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. Los usos finales de la energía suelen emplearse en la realización de un trabajo, en la obtención de calor o para obtener determinados procesos físicos o químicos.

Una de las definiciones de energía útil que más suele utilizarse es: energía de que dispone el consumidor luego de su última conversión.

Existen otros procesos que tienen lugar entre la última conversión y la energía útil disponible, que aunque no implican cambios del estado físico, generan pérdidas.

Con posterioridad a la última conversión, se obtiene la energía útil producida (ENERGIA INTERMEDIA) que aún no es totalmente aprovechable para la producción de un bien o la necesaria para cubrir una necesidad (brindar un servicio), debido a que el empleo de esa energía intermedia está sujeta a la eficiencia de otros procesos y de la mayor o menor eficiencia del sistema de utilización disponible.

La energía útil disponible (EUD) es aquella que se encuentra disponible luego del sistema de uso para la producción de un bien o la necesaria para la satisfacción de una necesidad.

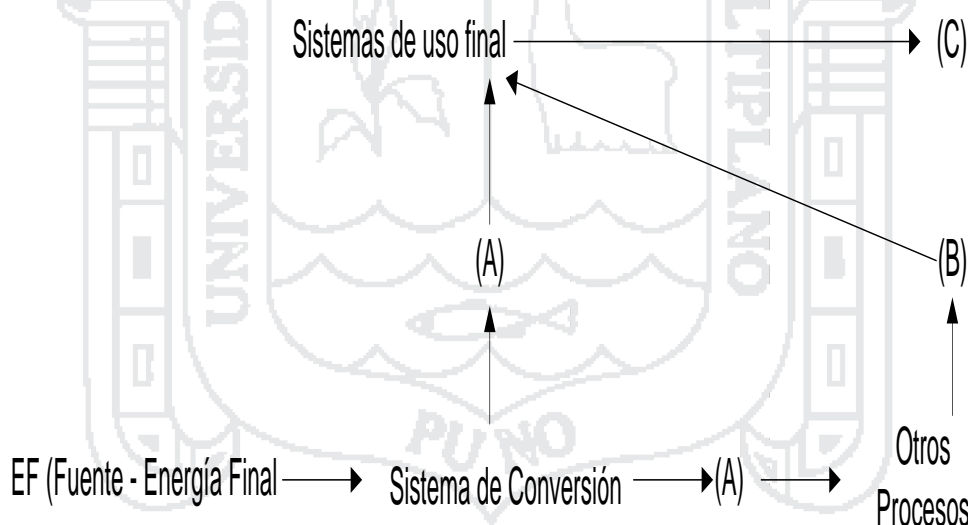
El balance de la energía útil es un balance establecido sobre la base de registrar los diversos flujos energéticos considerando su poder calorífico inferior, desde el suministro primario hasta la energía útil recuperada por el consumidor último a la salida de sus aparatos, surgiendo de esta manera las pérdidas sufridas en las diferentes fases de la transformación y del consumo. Es un balance derivado del balance de la energía final.

El desarrollo de una metodología adecuada para calcular la energía útil se fundamenta en la consideración de cuatro elementos: fuente Energética, Sistema de Conversión, Otros Procesos y Sistema de Uso Final.

FIGURA 2.1.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL USO FINAL DE ENERGÍA

Para los Balances Energéticos de Consumo de Energía Final, la contabilidad energética



Fuente: Balance Nacional de Energía del Perú 2011

puede determinar las cantidades de cada fuente que se utiliza en cada uso, desagregando los consumos por sectores de la actividad económica o social en consumos por usos.

Para expresar dichas cantidades en términos de energía útil deben considerarse vías alternativas.

La alternativa (A) y (A') que considera las fuentes energéticas y la Conversión posibilita el conocimiento de una etapa de la Energía Intermedia. De acuerdo con algunas metodologías ésta representa ya la Energía Útil.

Teniendo en cuenta el tramo (A) ---> (B) se incluirán, a las pérdidas en Sistemas de Conversión aquellas que se originen en Otros Procesos, cuyas eficiencias ocasionan a la

EFICIENCIA DE PRODUCCION.

Sólo la vía que abarca las cuatro fases (EF) – (A) – (B) – (C) es la adecuada para el cálculo de la energía que efectivamente se incorpora al producto final o que brinda el servicio necesario. Sólo atravesando estas cuatro fases se consigue el conocimiento de la Energía Útil.

Para efectuar el cálculo de la energía útil, es indispensable solucionar dos cuestiones básicas:

a. La definición de las eficiencias de los equipamientos, la cual abarca dos alternativas:

- La medición directa efectuada mediante auditorías energéticas. Esta medición releva los parámetros termodinámicos de los procesos bajo medición y es necesaria si se desea destacar las alternativas de CONSERVACION de energía, las cuales originan la necesidad de efectuar auditorías.
- El empleo de las eficiencias provistas por los productores o por la autoridad competente. Esta aproximación resulta clara en el caso de que la proyección de la demanda final de energía este dirigida a enfatizar los mecanismos de SUSTITUCION de las diversas fuentes. No es importante el valor absoluto de las eficiencias sino su valor relativo para demostrar que una fuente es más o menos eficiente que otra en la satisfacción de necesidades para una tecnología determinada.

b. La determinación de los equipamientos a considerar

Es necesario que cada uso y cada energético considerados en cada subsector o actividad, posea una exacta definición del equipamiento respectivo.

2.4. FUENTES ENERGÉTICAS

2.4.1. FUENTES PRIMARIAS

Este tipo de energía abarca las diferentes fuentes de energía tal como se obtiene de la naturaleza, ya sea de manera directa (energía hidráulica o solar), luego de un proceso de extracción (petróleo, carbón mineral, geotermia) o mediante la fotosíntesis (leña y demás combustibles vegetales).

Algunas fuentes primarias son:

- Petróleo crudo,
- Gas Natural (libre y asociado),
- Carbón Mineral,
- Hidroenergía,
- Geoenergía,
- Combustibles Fisionables,
- Leña,
- Productos de Caña (Melaza, Caldo y Bagazo con fines energéticos),
- Otras Fuentes Primarias (Residuos Animales y Otros Residuos Vegetales, Energéticos Recuperados).

2.4.2. FUENTES SECUNDARIAS

Por este concepto se entiende aquellos productos energéticos que derivan de los diferentes centros de transformación luego de sufrir un proceso físico, químico o bioquímico y cuyo destino son los distintos sectores de consumo y/u otro centro de transformación.

Algunas fuentes de energía secundaria son las siguientes:

- Gas Licuado,
- Gasolina y Naftas (gasolina aviación, motor, natural y nafta),
- Kerosene y turbo combustibles,
- Diesel Oil,
- Combustibles pesados,
- Coque electricidad,
- Carbón vegetal,
- Alcohol,
- Gases (biogas, de coquería, de alto horno, de refinería),
- Otros Combustibles Energéticos,
- Productos No Energéticos.

2.5. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Reciben el nombre de centros de transformación aquellas instalaciones en las que la energía primaria o secundaria es sometida a procesos que transforman sus propiedades o su naturaleza original, a través de cambios físicos, químicos y/o bioquímicos y cuyo fin es transformarla en otro energético más conveniente para el consumo final.

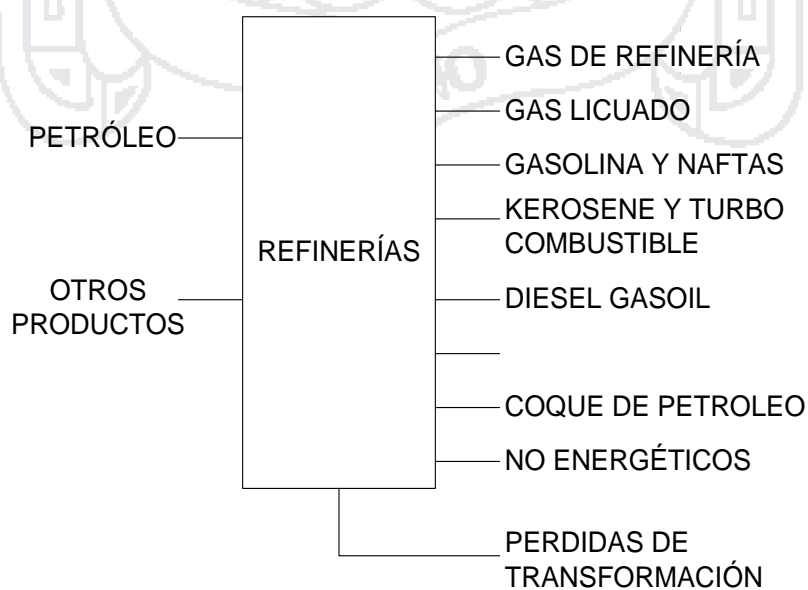
2.5.1. REFINERÍAS.

Son centros de transformación en los que tiene lugar la separación física del petróleo crudo en sus distintos componentes, además de la conversión química de esos componentes a otros diferentes.

Las unidades de conversión más utilizadas son:

- Destilación atmosférica (proceso primario de toda refinería),
- Destilación al vacío,
- Craqueo térmico,
- Craqueo catalítico,
- Coqueo,
- Reformación catalítica,
- Viscoreductora,
- Hidrocraqueo.

FIGURA 2.2.
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE REFINERÍAS



Fuente: Carrera, G.A. (2000)

2.5.2. CENTRALES ELÉCTRICAS

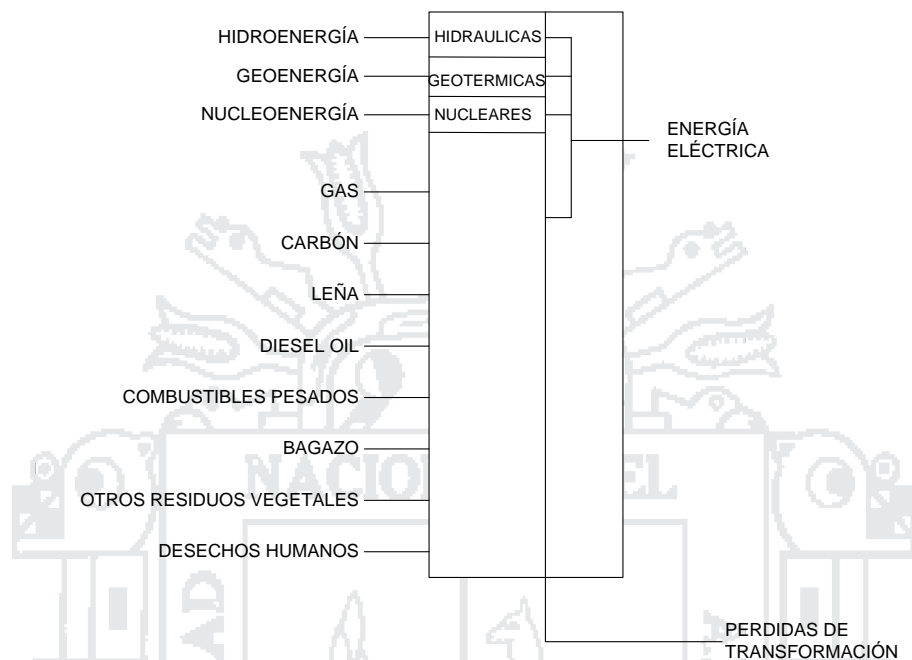
Estas centrales abarcan la totalidad de los centros de generación de electricidad, tanto del servicio público como del privado.

Se diferencian dos clases de centrales generadoras de electricidad:

- Centrales hidráulicas: estas aprovechan el agua que desciende de un nivel a otro para mover un generador eléctrico.
- Centrales térmicas, las cuales se subdividen en:
 - o Centrales térmicas a vapor: emplean el vapor obtenido en una caldera, en un reactor nuclear o campo geotérmico, para lograr girar el eje de una turbina acoplada a un generador eléctrico. El calor empleado para producir el vapor en las calderas puede derivar de diferentes fuentes: carbón, gas natural, derivados líquidos del petróleo (fuel oil), leña, bagazo de caña, etc.
 - o Turbinas de gas: su actividad es similar al de las turbinas de vapor, pero se diferencian en que emplean los gases de combustión para mover la turbina.
 - o Motores Diesel.

La generación eléctrica de un país, suele estar definida por una mezcla de estas diversas centrales.

FIGURA 2.3.
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE CENTRALES
ELÉCTRICAS



Fuente: Carrera, G.A. (2000)

2.5.3. PLANTA DE TRATAMIENTO DE GAS NATURAL

En estas plantas, el gas natural se procesa con el propósito de recuperar hidrocarburos líquidos compuestos como la gasolina y naftas, hidrocarburos puros (butano, propano, etano o mezcla de ellos) y productos no energéticos como el carbono.

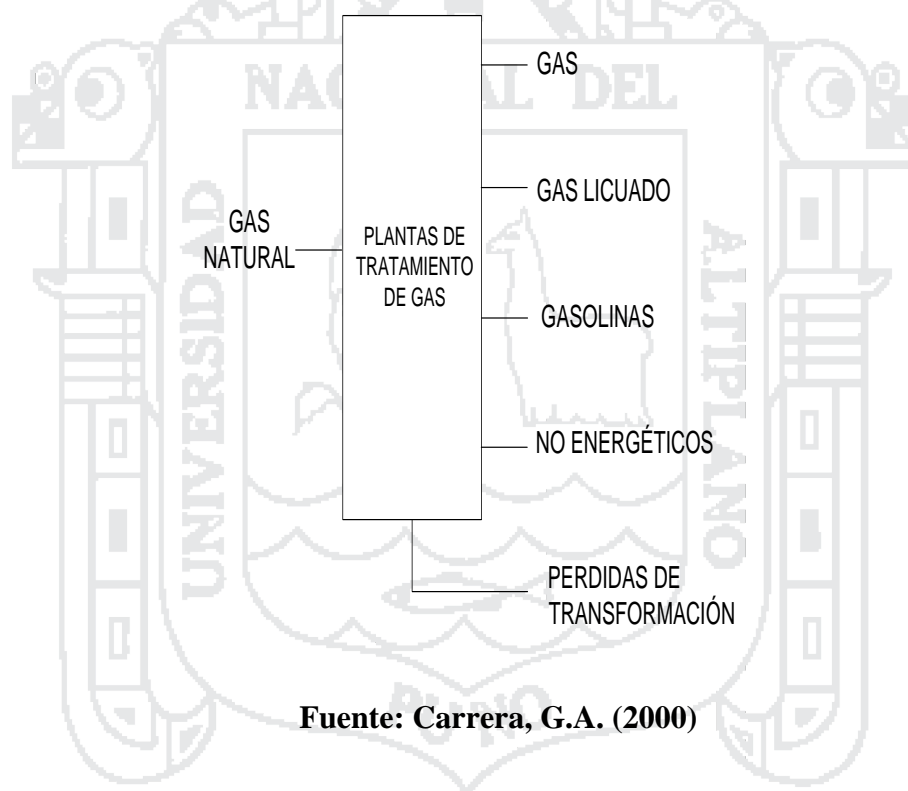
Generalmente, se emplean gases (gas húmedo) con un contenido significativo de compuestos de alto peso molecular, con el fin de obtener gas (seco), gas licuado y gasolina.

La separación de la gasolina puede realizarse mediante procesos de absorción en aceite mineral o gasolina a alta temperatura; compresión y refrigeración;

absorción por carbón vegetal en lechos fijos o continuos; y mayoritariamente por una combinación de estos procesos.

Para poder funcionar, estas plantas necesitan del consumo de combustibles y pequeñas cantidades de electricidad.

FIGURA 2.4.
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE GAS



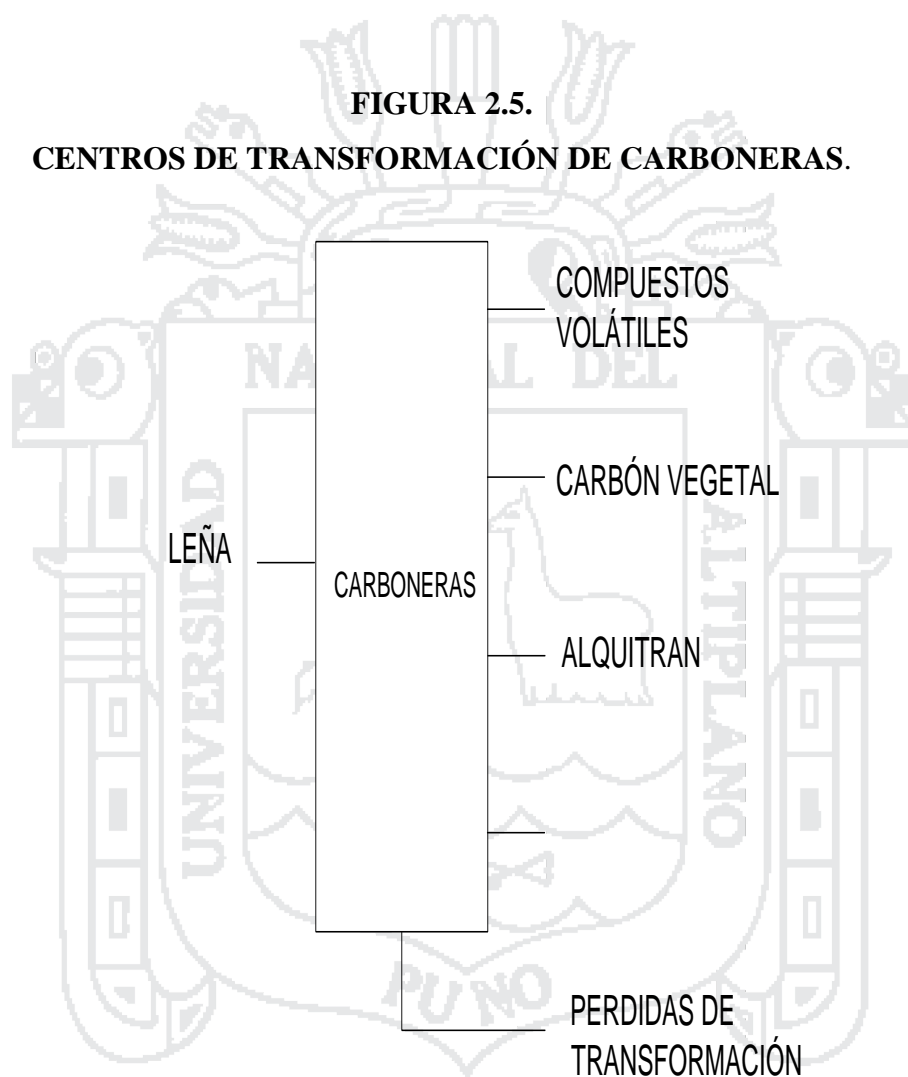
Fuente: Carrera, G.A. (2000)

2.5.4. CARBONERAS

Estos centros de transformación de biomasa consisten en hornos donde tiene lugar la combustión incompleta de la leña para obtener carbón vegetal, productos volátiles y no energéticos

Las carboneras con poco eficientes debido a que se trata de una combustión incompleta, se pierde mucho calor, quedando carbón en las cenizas. En estas unidades, la recuperación de calor oscila entre 25 y 40 % del calor alimentado a la unidad de proyección.

FIGURA 2.5.
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE CARBONERAS.



Fuente: Carrera, G.A. (2000)

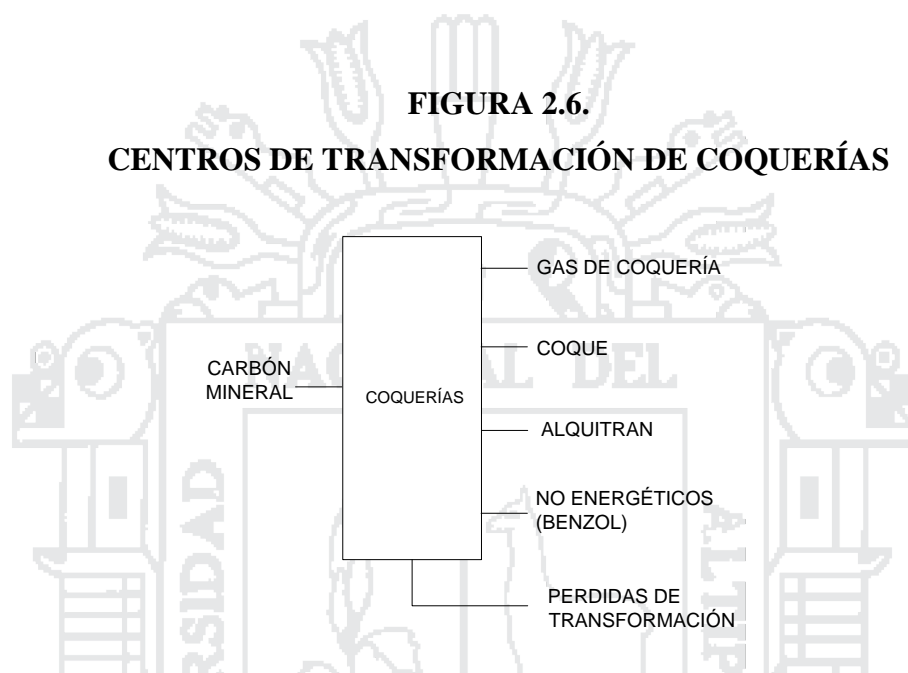
2.5.5. COQUERÍAS

En estas unidades, del carbón que ingresa al centro de transformación se produce coque, gas de coquería, alquitranes y productos no energéticos (benzoles, etc.). Una gran parte del coque producido en este centro es llevado

generalmente a los altos hornos. Una porción del alquitrán se consume en el propio proceso aunque normalmente su producción no se registra y su valor se incluye en las pérdidas o como parte de los no energéticos.

En esta unidad pueden consumirse pequeñas cantidades de electricidad.

FIGURA 2.6.
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE COQUERÍAS



Fuente: Carrera, G.A. (2000)

2.5.6. DESTILERÍAS DE ALCOHOL

Estas unidades son centros de transformación donde los productos de caña se transforman para obtener bagazo de caña y alcohol (etano). Estas destilerías abarcan las destilerías de alcohol que procesan otras materias primas como remolacha, mandioca y otros productos de alto contenido de almidón o celulosa.

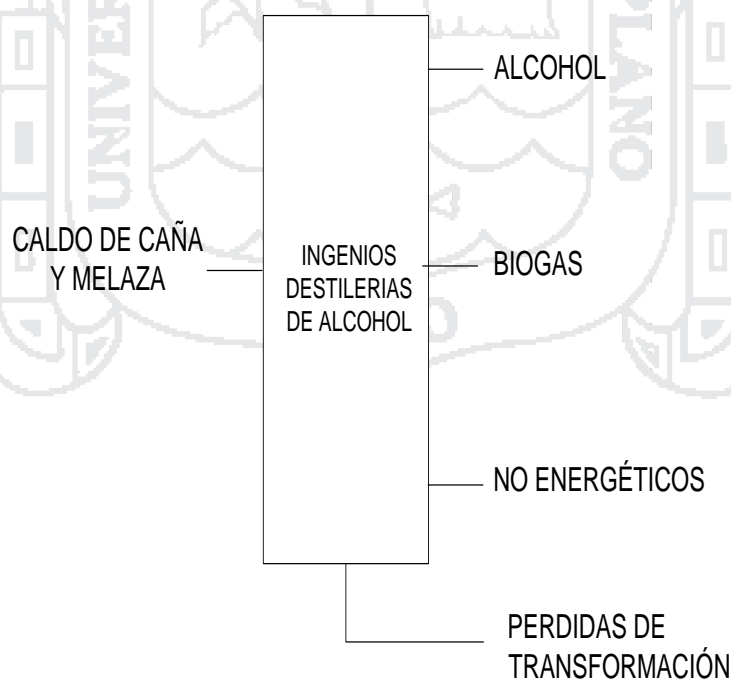
La generación del alcohol debe atravesar 3 pasos:

- Preparación de la solución fermentable: en caso de tratarse de soluciones de elevado contenido de azúcar, prepara una solución con una concentración dada, la cual se clarifica por sedimentación y/o centrifugación. Si se trata de

materias ricas en almidón, la materia prima debe ser pelada, lavada y molida para extraer el almidón, que luego será sometido a hidrólisis enzimática para obtener azúcares solubles y fermentables. En el caso de compuestos celulósicos, previamente es necesario una hidrólisis ácida.

- Fermentación: esta etapa implica la conversión microbiológica de las hexosas en alcohol y gas carbónico con desprendimiento de calor.
- Destilación y Deshidratación: implica la separación del alcohol de la masa fermentada, su purificación y deshidratación. Esta etapa es la que consume en mayor cantidad, la energía necesaria para la producción de alcohol.

FIGURA 2.7.
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE DESTILERÍAS DE ALCOHOL



Fuente: Carrera, G.A. (2000)

2.5.7. OTROS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Estos centros abarcan los procesos que posibilitan la producción de gas de gasógeno a partir de leña y la producción de biogás a partir de materia de origen vegetal o animal.

Otras transformaciones. Estas transformaciones encierran el reciclaje de energía relativo a algunos energéticos (por ejemplo: gas de alto horno, gas licuado y naftas de petroquímicas).

Las transformaciones adicionales denominadas "Otras Transformaciones" , se utilizan para la contabilización de energías secundarias que sean producto de transformaciones primarias y empleadas en otros procesos secundarios de transformación.

FLUJO ENERGÉTICO EN ALTO HORNO

Partiendo del coque quemado en el alto horno, existe una producción de gas de alto horno. La diferencia energética que se produce entre el coque que ingresa y el gas consumido, se considera como consumo en el alto horno y como consecuencia como consumo final de la siderurgia.

Con respecto al gas de alto horno producido, una parte es consumida en el propio alto horno, otra es consumida en otras operaciones de la siderurgia que pueden poseer uso directo o indirecto mediante la generación de energía eléctrica.

La contabilización de la producción de Gas de Alto Horno de efectúa en la fila correspondiente a Otras Transformaciones, en la que se descuenta del coque, el equivalente energético del Gas de Alto Horno producido, de manera que las pérdidas de transformación son nulas.

FLUJO ENERGÉTICO DE NAFTA PROCESADA EN PETROQUÍMICAS

De la totalidad de la nafta procesada en la industria petroquímica existe un retorno o reciclaje de energéticos denominados como efluentes petroquímicos, los cuales se clasifican según las denominaciones finales de Gas Licuado, Gasolina y Otros. La contabilización de estos efluentes dentro de la matriz de Balances Energéticos se efectúa en la fila correspondiente a Otras Transformaciones, en la que se descuenta de la nafta el equivalente energético de los efluentes producidos, de manera que las pérdidas de transformación son nulas. Para los restantes productos procesados en la industria petroquímica (gas natural, gas de refinería, etc.) puede emplearse similar razonamiento.

2.6. DESAGREGACIÓN DEL CONSUMO:

La primera desagregación del consumo es:

- No energético. Abarca los volúmenes de productos empleados con propósitos no energéticos en todos los sectores de consumo
- Energético. Por sectores. Esta clasificación incluye la totalidad de productos primarios y secundarios empleados por todos los sectores de consumo para la satisfacción de sus necesidades energéticas.

2.7. SECTORES PRINCIPALES

- Sector Transporte. Abarca los consumos de energía de la totalidad de los servicios de transporte, públicos o privados, nacionales e internacionales para los diferentes medios y modos de transporte de pasajero y carga (terrestre, aéreo o marítimo).

- Sector Industrial. Comprende los consumos energéticos de todas las actividades industriales y para la totalidad de los usos exceptuando el transporte de mercaderías, que se encuentra incluido en el sector transporte.
- Sector Residencial. Incluye todos los consumos de energía para satisfacer las necesidades domésticas (cocción, iluminación, refrigeración, etc.) de las familias urbanas y rurales.
- Sector Agro/Pesca/Minería. Incluye la energía consumida en las actividades vinculadas con la obtención de materias primas tales como las actividades agrícolas y pecuarias, la pesca y la extracción de minerales.
- Consumo Propio. Abarca el consumo propio de la energía que se consume en la producción y transporte por ductos de las fuentes primarias y secundarias de energía.
- Sector Otros. Comprende todos los consumos energéticos del sector de construcción, obras civiles y la totalidad de los otros consumos energéticos que no puedan ser categorizados como propios de las otras categorías.

La desagregación del consumo final en los diversos usos es relevante para la determinación de los consumos energéticos en términos de energía útil.

Estas categorías básicas son:

- CALOR

El empleo del mismo incluye toda la gama de usos energéticos cuyo propósito es elevar la temperatura, del ambiente o de determinados productos, por encima de la temperatura ambiental natural, ya sea con una finalidad productiva o de confort.

- FUERZA MECÁNICA

Abarca todos aquellos usos energéticos donde existe producción de algún tipo de movimiento o trabajo, cualquiera sea tipo de artefacto, equipo o fuente energética empleada para conseguirlo.

- ILUMINACIÓN

El empleo de la iluminación se considera independientemente de los restantes empleos calóricos, debido a que, si bien la totalidad de los artefactos de iluminación irradian calor, la finalidad específica de los mismos es aprovisionar radiaciones en el espectro de longitudes de ondas visibles.

- OTROS USOS (ELECTRÓNICO, ELECTROQUÍMICO, ETC.)

En esta categoría independiente se incluyen todos aquellos casos en que la energía tiene alguno de esas dos finalidades: el funcionamiento de artefactos electrónicos o el fomento de un proceso electroquímico.

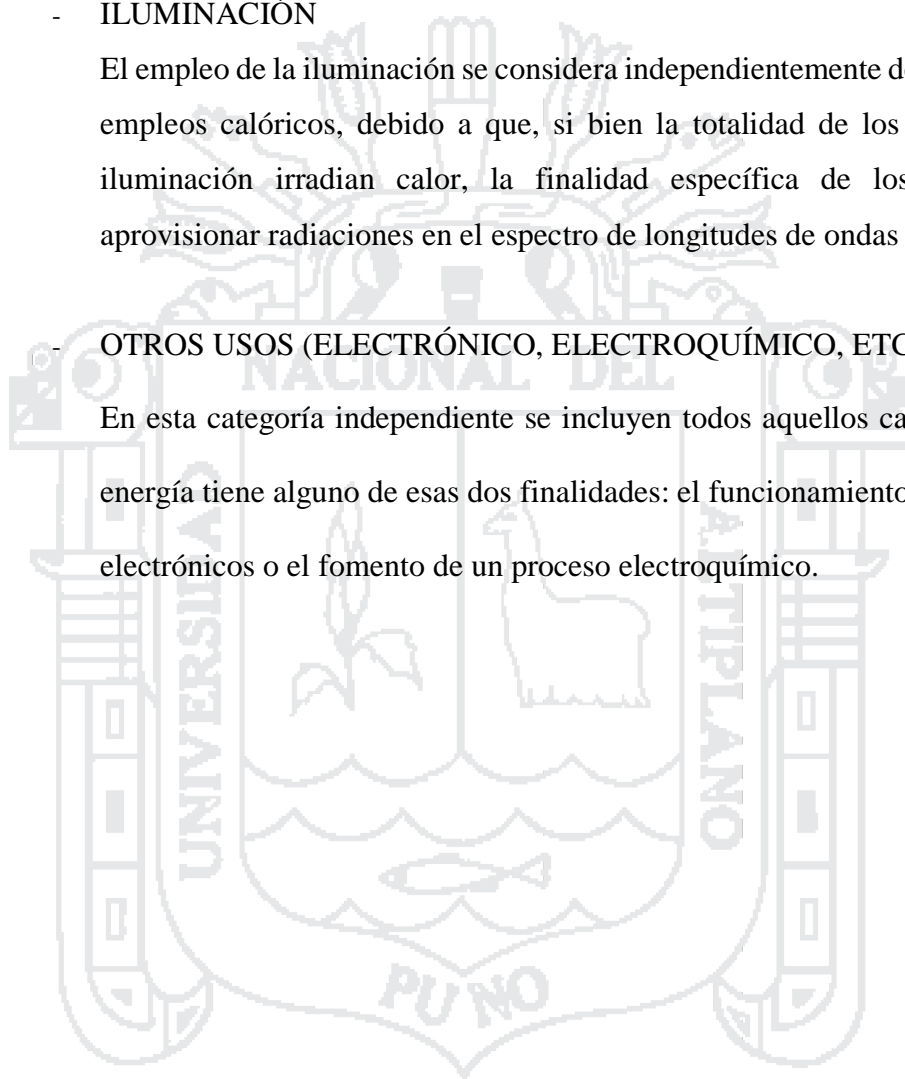


TABLA 2.1.
RELACIÓN ENTRE LA DESAGREGACIÓN ADOPTADA POR CADA SECTOR Y
LOS USOS BÁSICOS.

Sector	Categorías	Formas
Transporte	Fuerza Mecánica	
Industrial	Calor	<ul style="list-style-type: none"> - Vapor - Calor directo
	Fuerza Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza mecánica - Refrigeración - Transporte
	Iluminación	
	Otros	<ul style="list-style-type: none"> - Materia prima - Electrólisis - Otros usos
Residencial, Comercial, Servicio Público	Calor	<ul style="list-style-type: none"> - Calefacción - Cocción - Calentamiento de agua
	Fuerza mecánica	<ul style="list-style-type: none"> - aire acondicionado - ventilación - refrigeración - fuerza mecánica
	Iluminación	
	Otros	<ul style="list-style-type: none"> - materia prima - electrólisis - otros usos
Agro-pesca-minería	Calor	<ul style="list-style-type: none"> - Calor directo - vapor
	Fuerza mecánica	<ul style="list-style-type: none"> - bombeo de agua - riego - refrigeración - fuerza mecánica
	Iluminación	
	Otros	<ul style="list-style-type: none"> - electrólisis - otros usos
Consumo propio	Calor	<ul style="list-style-type: none"> - Calor directo

		- vapor
	fuerza mecánica	- transporte - refrigeración - fuerza mecánica
	Iluminación	
	Otros	- electrólisis - otros usos
Otros	Fuerza motriz, calor, iluminación	

Fuente: Carrera, G.A. (2000)

En el sector transportes, el vehículo es la unidad de información para construir una base de datos que posibilita confeccionar los BEEU en el sector de Transporte.

Desde un punto de vista físico, la energía útil del Sector Transporte es fuerza mecánica y como consecuencia, el uso único es el transporte de personas y bienes a través del desarrollo de trabajo mecánico y energía cinética. Dicho uso único puede desagregarse en sub-usos considerando la máquina encargada de producir esa fuerza:

- Motores de combustión interna,
- Motores a inyección,
- Máquinas de vapor,
- Motores eléctricos,
- Motores diesel – eléctricos,
- Turbinas de gas.

El transporte terrestre es el de mayor magnitud en la mayoría de los países y se lleva a cabo hasta el momento solamente con motores de combustión interna o de inyección.

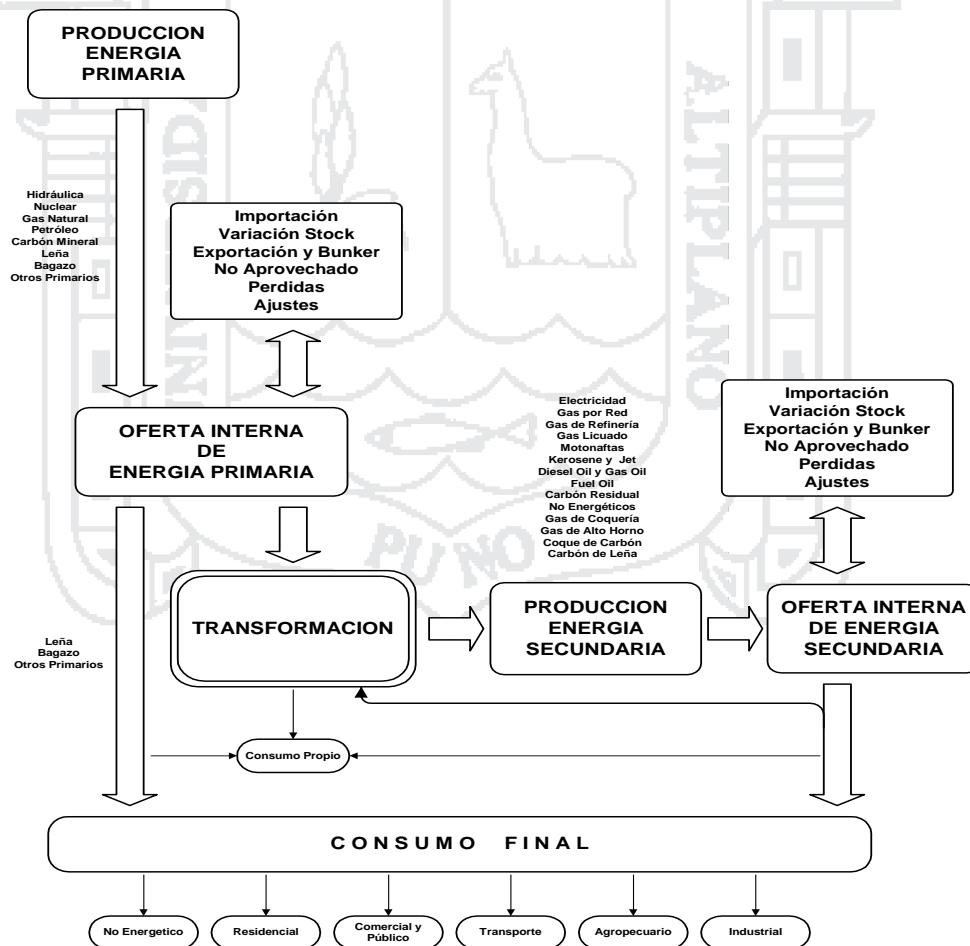
El motor de combustión interna emplea gasolina en prácticamente todos los casos, aunque últimamente se han difundido otros combustibles tales como el alcohol (metanol o etanol), gas licuado y gas natural licuado

2.8. ESTRUCTURA GENERAL Y PRINCIPALES FLUJOS

ENERGÉTICOS DEL BNE.

En la figura 2.8, se muestra la estructura general de cómo se comportan los flujos energéticos en el Balance Nacional de Energía del Perú, cabe indicar que la producción de energía primaria es el inicio para determinar la oferta interna de energía primaria. Pero en países subdesarrollados el que determina con mayor grado de participación en la oferta interna es la importación de energéticos.

FIGURA 2.8.
ESTRUCTURA GENERAL Y PRINCIPALES FLUJOS ENERGÉTICOS



Fuente: Balance de Energía del Perú 2011

FIGURA 2.9.
BALANCE NACIONAL DE ENERGÍA DEL PERÚ. CONSOLIDADO

BALANCE ENERGÉTICO CONSOLIDADO
UNIDAD

REPÚBLICA DEL PERÚ MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS OFICINA TÉCNICA DE ENERGÍA		ENERGÍA PRIMARIA											ENERGÍA SECUNDARIA									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		CARBÓN MINERAL	LEÑA	BOSTA YARETA	BAGAZO	PETRÓLEO CRUDO	GAS NAT. ASOC.	HIDRO ENERGÍA	SOLAR	TOTAL E.P.	COQUE VEGETAL	CARBÓN PET.	GAS LIC. PET.	GASOLINA MOTOR	KEROSENE +JET	DIESEL OIL	PETRÓLEO RESID.	NO ENERG. PET. y GAS	GAS REFIN.	GAS DIS.	GAS IND.	ENERGÍA ELECTR.
SECTOR ENERGÉTICO	1. PRODUCCIÓN	ENERGÍA PRIMARIA											ENERGÍA SECUNDARIA									
	2. IMPORTACIÓN																					
	3. VARIACIÓN DE INVENTARIOS																					
	4. OFERTA TOTAL																					
	5. EXPORTACIÓN																					
	6. NO APROVECHADA																					
7. OFERTA INTERNA BRUTA	SECTOR ENERGÉTICO																					
SECTOR ENERGÉTICO	8. TOTAL TRANSFORMACIÓN	SECTOR ENERGÉTICO																				
	8.1 COQUERÍAS Y ALTOS HORNOS																					
	8.2 CARBONERÍAS																					
	8.3 REFINERÍAS																					
	8.4 PLANTAS DE GAS																					
	8.5 CENTRALES ELÉCTRICAS (Mdo. Eléctricas)																					
	8.6 CENTRALES ELÉCTRICAS (Uso propio)																					
	8.8 CENTRALES ELÉCTRICAS (Uso propio)																					
	9. CONSUMO PROPIO SECTOR ENERGÍA																					
	10. PÉRDIDAS (TRANS. DIST. Y ALM.)																					
11. AJUSTES	CONSUMO FINAL TOTAL																					
SECTOR FINAL	12. CONSUMO FINAL TOTAL	CONSUMO FINAL TOTAL																				
	12.1 CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	CONSUMO FINAL TOTAL																				
	12.2 CONSUMO FINAL ENERGÉTICO	CONSUMO FINAL TOTAL																				
	12.2.1 RESIDENCIAL Y COMERCIAL	CONSUMO FINAL TOTAL																				
	12.2.2 PÚBLICO	CONSUMO FINAL TOTAL																				
	12.2.3 TRANSPORTE	CONSUMO FINAL TOTAL																				
	12.2.4 AGROPECUARIO Y AGROIND.	CONSUMO FINAL TOTAL																				
12.2.5 PESQUERÍA	CONSUMO FINAL TOTAL																					
12.2.6 MINERÍA METALÚRGICA	CONSUMO FINAL TOTAL																					
12.2.7 INDUSTRIAL	CONSUMO FINAL TOTAL																					
12.2.8 CONSUMO NO IDENTIFICADO	CONSUMO FINAL TOTAL																					

PROD. DE ENERG. SECUNDARIA BRUTA:

PRODUC. DE COQ. + ENTRADA ALTO HORNO

Fuente: Balance de Energía del Perú 2011

2.9. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

2.9.1. HIPOTESIS GENERAL

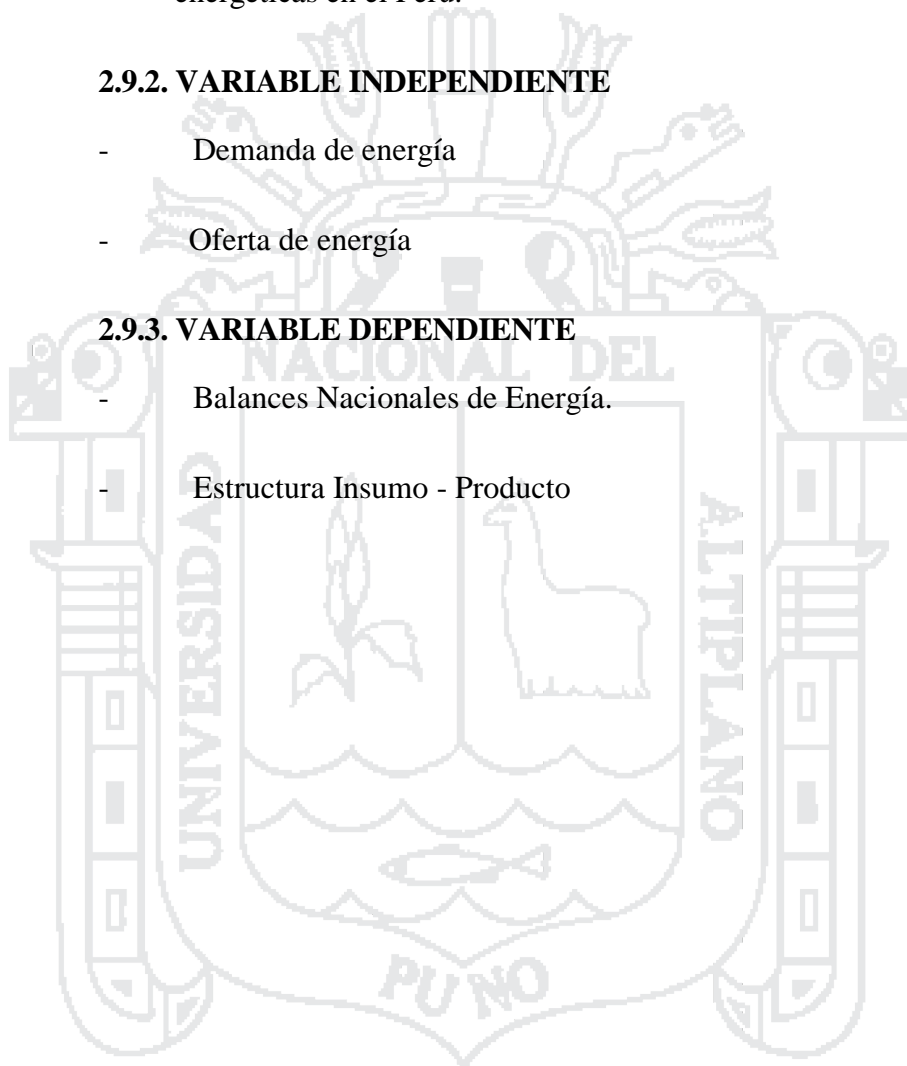
- La proyección de la demanda y la oferta permitirá determinar políticas energéticas en el Perú.

2.9.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Demanda de energía
- Oferta de energía

2.9.3. VARIABLE DEPENDIENTE

- Balances Nacionales de Energía.
- Estructura Insumo - Producto



CAPÍTULO III

MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. EL MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de tesis es del tipo descriptivo e investigación acción, descriptivo porque se refiere a la presentación de todos los resultados del estudio; e investigación acción debido al tratamiento matemático planteado que permite validar cuantitativamente los resultados mediante la aplicación de modelos de proyecciones, este método se aplica con el propósito de establecer las conclusiones y generalizar los resultados de la investigación.

Para cumplir nuestro primer objetivo, se recurrió a la bibliografía establecida, catálogos, tablas, diagramas, etc., referidos a la teoría de Leontief referido a la matriz Insumo – Producto, aplicados a los Balances Energéticos de Energía a nivel nacional e internacional.

Para cumplir con el segundo objetivo, se hizo una búsqueda de información referente a proyección de BEN aplicados en el Perú y/o la región.

Para cumplir nuestro tercer objetivo, se tomó datos directamente del Balance Nacional de Energía 2009, datos demográficos del INEI, datos sociales del INEI y otros, para

desarrollar un panorama de la situación social, económica, energética de la población peruana.

Referente al cuarto objetivo, estos se cumplirán en función a los resultados obtenidos y la respectiva validación y evaluación de los resultados, los cuales serán aplicados al caso BEN Perú.

MATERIALES

Para desarrollar el presente trabajo de investigación se utilizó y se revisó los siguientes materiales bibliográficos básicos para el cumplimiento de los objetivos:

- Bibliografía referente al tema central de proyección de información, redes neuronales, Balance Nacional de Energía, etc.
- Documentos oficiales, catálogos, manuales de instituciones, empresas relacionadas al ramo energético (electricidad, hidrocarburos y energías renovables).
- Otro de los materiales que se utilizará durante el trabajo de investigación es la obtención de información técnica – estadística.
- Información de bibliografía referente a experiencias de desarrollar Balances Energéticos en otros países.

3.2 ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA Y LA ENERGÍA EN EL PERÚ PARA PREVISIÓN DEL BEN

3.2.1. PRIMER GOBIERNO DE ALBERTO FUJIMORI (1990 – 1995)

ASPECTO ECONÓMICO

Durante el primer periodo de su gobierno, siguiendo las recomendaciones del Fondo Monetario Internacional (FMI) y contrario a lo que había prometido como candidato, aplicó una reestructuración de precios llama “shock”, el cual permitió controlar la inflación, pero que provocó la devaluación de los salarios de la mayoría de la población. Así mismo, cambió la moneda del actual Nuevo Sol.

El caos macroeconómico muestra que Fujimori no tenía muchas alternativas. Más aún luego de las elecciones en su primera vuelta, el gobierno saliente perdió total control sobre la inflación, que llegó a 42.6% en junio y 63.2% en julio, mes en el cual se realiza la transferencia de mando. Sólo quedaba un ajuste drástico, que consistió en un programa de estabilización que fue anunciado por el ministro de economía Hurtado Miller el 8 de agosto de 1990, el cual se basó en cuatro elementos básicos: la eliminación del déficit fiscal, el control monetario, la unificación y liberalización del tipo de cambio y la estabilización y corrección de los precios públicos.

Su política económica se centró en la aplicación de conceptos neoliberales y de libre mercado. Si bien llegó a estabilizar la vida económica y permitió la reinsertión del Perú en el sistema financiero internacional, así como la privatización de las compañías del Estado a manos extranjeras, también ocasionó despidos masivos de obreros y empleados públicos, así como la supresión de las protecciones a la ineficiente industria nacional, lo cual llevó a su quiebra y a altos índices de desempleo.

En consecuencia, se redujo al mínimo la actividad sindical y aumentó la actividad económica informal. Por otro lado, la reducción del Estado y la liberalización de la economía nacional fomentaron la inversión extranjera. Como resultado, en 1994 la economía peruana creció un 13% a pesar de los despidos masivos acaecidos.

ASPECTO INTERNACIONAL

La aprobación del cierre del Congreso, hizo que EEUU suspendiera su ayuda no humanitaria al gobierno peruano y el FMI postergó el desembolso de un préstamo de 222 millones de dólares, como Fujimori gobernaba con el respaldo de la comunidad financiera internacional, tenía que hacer algo para mantener su coalición, pues se corría el riesgo de un aislamiento internacional.

Puede postularse que si la comunidad financiera internacional hubiera respaldado el autogolpe; se habrían generado incentivos para que brotes autoritarios ocurran en otras latitudes.

El 11 de septiembre de 1991, el gobierno peruano firmó un Programa de Referencia con el FMI para el periodo 1991-1992 cuyo requisito era la transformación del Grupo de Apoyo, que otorgaría recursos frescos al Perú para que pudiera limpiar sus atrasos con organismos multilaterales. Luego de limpiar los atrasos en 1993 Perú fue declarado nuevamente ELEGIBLE como sujeto al crédito en el ámbito internacional.

ASPECTO POLITICO

Fujimori, decidió el 5 de abril de 1992 disolver el Congreso de la República y suspende las actividades del Poder Judicial. Este acto, denominado popularmente como “autogolpe”, fue apoyado por las fuerzas armadas y causó la llamada crisis constitucional de 1992.

Fujimori inició entonces un gobierno de facto al que se bautizó como Gobierno de Emergencia y Reconstrucción Nacional, que fue tildado como autoritario. Ese mismo año debido a presiones tanto internas como externas (principalmente de la OEA), convocó rápidamente a elecciones para un Congreso Constituyente Democrático, que sancionaría tras ser aprobada en referéndum la Constitución de 1993, que trajo consigo cambios en el funcionamiento del Estado, dándole más poder al presidente y recortando los poderes del Congreso, además de reducir el poder fiscalizador del Estado en diferentes áreas.

3.2.2. SEGUNDO GOBIERNO DE ALBERTO FUJIMORI (1995 – 2000)

ASPECTO ECONÓMICO

El modelo que utilizó Fujimori en su gobierno fue el neoliberal, desde el año 1995 a 2000 se tuvo como objetivo profundizar y ajustar las reformas realizadas durante los primeros años de la década (1990 – 1995), que fueron la promoción en términos generales de la participación del sector privado en la economía; la privatización de empresas públicas, la promoción de la competencia, el fortalecimiento de los entes reguladores, la reducción y centralización del gasto público en manos de Ministerios dependientes directamente del Poder Ejecutivo, la reforma tributaria y reforma aduanera.

Así mismo, se llevaron a cabo otra clase de reformas vinculadas específicamente con la retirada del Estado de diversos ámbitos económicos, incluyendo la reforma comercial, la liberalización financiera, la reforma laboral y la reforma del Poder Judicial.

Entre 1994 y 1998, el comercio total de mercancías registrado creció a un ritmo anual medio del 8.5%. Las principales exportaciones del Perú, principalmente en productos primarios y semi-elaborados provenientes sobre todo de las actividades mineras y pesqueras, representaron en conjunto alrededor del 60% de sus exportaciones totales de mercancías.

ASPECTO POLÍTICO Y SOCIAL

Desde su primer periodo (1990-1995) se Vivian conflictos entre el poder ejecutivo y legislativo.

Hacia fines de la década del año 1990, Perú continuaba siendo uno de los países más pobres de la Región, Los programas sociales desarrollados durante el gobierno de Fujimori ganaron en espacio fiscal y estabilidad presupuestaria. Sin embargo, fueron concebidos bajo la visión centralista y clientelar que distinguió el estilo presidencial de ese periodo. Existía también grandes niveles de desempleo.

En primer lugar, el tamaño de la inversión social en el país, a pesar de haber mostrado mejoras sustanciales durante el gobierno de Fujimori, al final de la década todavía era bajo. Esta situación se vincula con un Estado débil en su capacidad para financiar políticas debido a la baja presión fiscal del país y a la alta inflexibilidad del presupuesto.

En segundo término puede mencionarse una estructura de ingresos centralizada en cuanto a sus fuentes principales, concentrada geográficamente y comparativamente progresiva que la media latinoamericana.

A modo de resumen, la gestión pública peruana presentó a lo largo de la década del año 1990, una baja eficacia general, sobre todo en lo relativo a la prestación de bienes y servicios alcanzando su peor desempeño en la provisión de servicios de carácter social.

3.2.3. GOBIERNO DE VALENTÍN PANIAGUA CORAZAO (2000-2001)

ASPECTO ECONOMICO

Existía desequilibrio fiscal, el cual se necesitaba corregir para asegurar la estabilidad económica del país.

La inversión pública disminuyo, ya que el temor de ser acusado injustamente fue tan grande, que la burocracia del gobierno central paralizó todo tipo de gasto no absolutamente

indispensable, hasta el punto que el ministro de economía tuvo que invocar a la buena voluntad de los funcionarios para que se atrevan a hacer el uso debido de los fondos públicos aprobados en los presupuestos de las distintas dependencias con el fin de no provocar una recesión económica.

ASPECTO INTERNACIONAL

Se plasmó la propuesta de Paniagua de dotar a la OEA de una carta democrática Interamericana para reforzar el compromiso de los estados miembros.

Se tuvo un áspero desencuentro diplomático con el Gobierno de Hugo Chávez Rivas, acusado por Lima de haber tenido controlado al fugitivo Vladimiro Montesinos durante meses.

ASPECTO POLITICO

Restituyo a los tres magistrados del Tribunal Constitucional que fueron destituidos por el Congreso por negarse a avalar una interpretación de la carta Magna promulgada el 31 de diciembre del año 1993, según la cual era permisible la reelección de Fujimori.

Salen a luz 03 “Vladivideos” que perjudican a tres candidatos a la presidencia de la República.

Formo el Consejo de Ministros con Javier Pérez de Cuellar al mando. Se destituyó la cúpula militar ligada a Vladimiro Montesinos.

Se promovió una investigación sobre el paradero de 9200 millones de dólares obtenidos de la privatización de empresas públicas y que no constaban en las arcas del estado.

3.2.4. GOBIERNO DE ALEJANDRO TOLEDO MANRIQUE (2001- 2006)

ASPECTO ECONOMICO

El PBI está creciendo entre un 4% y un 5% anual, llegando al 6,7% en 2005, la tasa más elevada en ocho años.

Destaca la explotación minera (muy en especial la del cobre y el zinc, extraídos por la compañía Antamina) y los hidrocarburos, donde se hizo notar espectacularmente el arranque del Proyecto Camisea.

Las deudas públicas internas y externas estaban recortándose sensiblemente la inflación andaba en torno al 2% anual en el año 2004 el cual trepó al 3.5%, pero en el año 2005 iba a caer al 1.5%, el nuevo sol cotizaba con respecto al dólar de manera estable.

Las reservas internacionales estaban en sus mejores niveles históricos y las calificaciones de riesgo-país se situaban por debajo de la media de América Latina.

El país acrecentaba su riqueza, pero ésta no era notada en absoluto por la mitad de sus 27 millones de habitantes que se debatía en la pobreza. La tasa que apenas se redujo 3% (hasta 51.6% de los más de 27 millones de habitantes). El desempleo, que de 7.8% en 2001 subió a 10.5% en 2005.

Asistencia Social: El gasto social aumentó entre 2000 y 2005 del 7.9% al 9.2% del PBI, impulsado principalmente por el gasto en previsión social, que aumentó un 30%.

La balanza comercial se mantuvo superavitaria durante todo el periodo de gobierno, debido al incremento de las exportaciones.

El balance fiscal fue reduciendo su déficit durante los 5 años de gobierno, pasando este a niveles positivos (superavitarios) hacia el último año.

Tuvo como ministro de economía a Pedro Pablo Kuczynski, quien tuvo el respaldo de la comunidad empresarial y pudo ser un ministro serio que logró aumentar las reservas internacionales.

Promovió las inversiones en el sector minero y respaldó a las compañías instaladas en la década pasada.

ASPECTO INTERNACIONAL

Su gobierno ha tenido como características los tratados de Libre y Comercio con el Mercosur, la Comunidad Andina y Tailandia.

El TLC, empezó a negociarse en mayor del año 2004 en Cartagena de Indias en una mesa multilateral que también incluía a Ecuador y Colombia. Su propósito fundamental era eliminar las barreras al comercio de bienes y servicios, y estimular las inversiones privadas en los respectivos países. El acuerdo quedó finiquitado en diciembre del año 2005 y fue firmado en Washington por el Ministro Alfredo Ferrero. El 28 de junio siguiente, a un mes justo del cambio de administración, el Congreso Peruano ratificó el acuerdo por 79 votos contra 14, quedando pendiente su ratificación por Congreso Estadounidense y por ende su entrada en vigor.

ASPECTO POLÍTICO

Impulsó medidas neoliberales, en donde las estadísticas macroeconómicas indicaron un sostenido crecimiento en la economía peruana, aunque no disminuyó mucho la pobreza.

Mantuvo un aparato estatal reducido, no produjo el ingreso al aparato estatal de los miembros de su partido.

Larga secuencia de contestaciones sociales, vaivenes presidenciales y crisis gubernamentales que prolongó hasta el final del quinquenio, poniendo de manifestó en todo momento la minoría del oficialismo en el Congreso y la debilidad política de Toledo. Uno de los problemas que tuvo, es que normalmente nunca obtuvo mayoría en el Congreso de la República.

3.2.5. SEGUNDO GOBIERNO DE ALAN GARCÍA PEREZ (2006 - 2011)

ASPECTO ECONÓMICO

El gobierno mantiene la política económica del anterior régimen colocando ministros dictados por el FMI (tales como Carranza, Valdivieso, Araoz).

Desde el año 2008, empiezan a aumentar los precios de primera necesidad, la inflación del primer semestre fue de 3.51% y el sueldo mínimo es de 500 nuevos soles (unos US \$ 77.00 dólares americanos).

La continuidad del modelo y las promesas incumplidas originan una serie de protestas de los trabajadores como del sector agrícola por la aprobación del TLC.

La política social no tiene un rol central en la política del gobierno, esta se mantiene directamente en el ejecutivo (Agua para Todos, Juntos, Sierra Exportadora, Techo Propio, COFOPRI, etc).

Unas de sus decisión económicas-políticas, fue la reducción del IGV de 19% a 18%

ASPECTO INTERNACIONAL

En fecha 15 de agosto del año 2007, se produce un devastador terremoto de 8.0 grado en escala de Richter (según US Geological Survey), el cual destruye varias localidades de la Región Ica en Perú, entre las principales Pisco y Chincha.

Un hecho histórico, se registra en el año 2007, el cual consistió en la extradición del Ex Presidente Alberto Fujimori Fujimori, de Chile a Perú.

Se produce la crisis financiera internacional en el año 2008, posteriormente en el año 2010 se agudiza la crisis en Grecia y amenaza con extenderse al resto de países europeos.

ASPECTO POLÍTICO

Por primera vez se utilizó en estas elecciones la valla electoral, por lo que solo las agrupaciones políticas que superaron el 4% de los votos válidos pudieron entrar al Congreso. De los 120 escaños, el APRA obtuvo 36, siendo la segunda fuerza política detrás de UPP, lo que le ha permitido al gobierno tener poder político.

El partido de gobierno, se ha visto envuelto en muchos actos de corrupción, lo que trajo una crisis política en la cúpula interna de los Apristas, lo cual degeneró en la no participación en las elecciones presidenciales del partido de la estrella, sólo participaron en las elecciones congresales.

3.2.6. GOBIERNO DE OLLANTA HUMALA TASSO (2011-2016).

ASPECTO ECONÓMICO

El presidente del Consejo de Ministros, Salomon Lerner Ghitis, anunció el 25 de agosto, que el gobierno acordó con las empresas mineras que operan en el país el pago de un gravamen de 3 000 millones de nuevos soles por año, fue durante su exposición de la política gubernamental ante el pleno del Consejo de la Republica. Explicó que en los 05 años de gobierno, este nuevo ingreso público a los nuevos niveles actuales de precio alcanzará la cifra de 15 000 millones de soles.

Durante los primeros 06 meses de gobierno del Presidente Ollanta Humala, el Riesgo País de Perú, subió oficialmente a 52 puntos básicos. Por otro lado el Nuevo Sol se fortaleció frente al dólar en la Bolsa de Valores de Lima.

ASPECTO INTERNACIONAL

Tres días después de la su elección, Ollanta Humala emprendió una gira latinoamericana para reunirse con los jefes de Estado de Brasil, Uruguay, Paraguay, Argentina, Chile, Bolivia, Ecuador, Colombia y culminando en Estados Unidos, donde fue recibido por Hilary Clinton y Barack Obama. Por otro lado el ex – presidente Alejandro Toledo Manrique manifestó que su partido Perú Posible apoyaría al gobierno tanto en el Poder Ejecutivo como en el Legislativo.

ASPECTO POLÍTICO

El 23 de octubre del año 2011 se iniciaron una serie de protestas en Celendín (Cajamarca), contra el proyecto minero Conga, de la minería Yanacocha que supone eliminar dos lagunas para extraer oro debajo de ellas.

El 10 de diciembre del año 2011, el Presidente del Consejo de Ministros Salomón Lerner Ghitis, renunció a su cargo. Tras ello, Humala aceptó su renuncia y dio a conocer a los medios que Oscar Valdéz asumirá el premierato.

3.2.7. LA REFORMA DEL ESTADO

En el primer gobierno de Alberto Fujimori (1990- 1995), ocurrió el mayor número de privatizaciones del Perú. Cercad de 70 empresas estatales fueron privatizadas en ese periodo (sobre todo por capitales suizos, ingleses y norteamericanos), incluyendo las prestadoras de servicios públicos, como energía eléctrica y telecomunicaciones, entre otras. Los sectores de petróleo y gas natural también comenzaron a ser transferidos para el control privado en el mismo periodo, pero, las empresas más importantes solo fueron a ser privatizadas a partir de 1996, ya en el segundo mandato presidencial.

En 1991, fue promulgado el instrumento legal que viabilizó el control de las empresas estatales para la iniciativa privada (Decreto Legislativo 757) conocida como Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, que eliminó todas las barreras a los inversionistas privados, equiparó en derechos y obligaciones las empresas privadas y públicas que ejercen actividades económicas y definió como principios económicos del país la libre competencia y la libre iniciativa.

Mediante la promulgación del Decreto Ley 674, de 1991, fue creada la Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI)². Ese organismo poseía status de ministerio y estaba estrechamente ligado al ejecutivo peruano, siendo el responsable por el diseño y ejecución del programa de privatización, incluyendo desde la selección de las empresas hasta la coordinación total de las privatizaciones.

En 1992, con el apoyo de los militares, Alberto Fujimori dio un “autogolpe” en el país, donde disolvió el Congreso Nacional y el Supremo Tribunal, exoneró diversos jueces, e implantó un régimen de excepción en el cual fueron suprimidos diversos derechos y garantías constitucionales. Con la aprobación de una nueva Constitución, facilitó adoptar marcos legales e institucionales que viabilizaron la implantación de las reformas estructurales.

Después de los múltiples problemas de corrupción, se originó un caos social en el Perú, para que finalmente Alejandro Toledo asuma la presidencia (2001- 2006), donde las políticas efectuadas no son las esperada y es una de las razones porque el proceso de privatización fue suspendido especialmente por las presiones sociales y no se esperan cambios importantes para el beneficio de los sectores económicos del Perú.

Finalmente el gobierno de Alan García Perez (2007 – 2012), el cual prácticamente es una continuación de lo que vino realizando el gobierno de Toledo, con algunas decisiones y prioridades económicas, pero que no cambiaron o mejoraron de forma importante la calidad de vida de la población.

A continuación se pretende abordar algunos de los más importantes indicadores de la actividad económica del Perú, en las cuales se observará el comportamiento social, económico y financiero del Perú.

3.2.8. POBLACIÓN.

La población total de Perú asciende a 28.220.764 habitantes, según los resultados del undécimo censo realizado en octubre de 2007, cuyos resultados presentados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática. Realizando una comparación con el censo de 1993, la población creció 24,7%.y que la distribución de la población por sexo es 50,3 % de mujeres y 49,7 % de hombres.

La información de las encuestas del Censo de Población y Vivienda de 2007, ha contribuido para obtener una visión actualizada y completa del volumen, distribución y estructura de la población peruana y de las principales características de las condiciones de vida. En resumen, la dinámica demográfica y de desarrollo de la población según las encuestas muestran dos resultados centrales: la pobreza y la desigualdad. En consecuencia, las políticas de la población no puedan tener otra orientación si no la de contribuir para la superación de la pobreza en el Perú y generar condiciones para la disminución de las desigualdades sociales.

3.2.9. PRODUCTO BRUTO INTERNO

El Perú tiene una economía más abierta ahora. El 2007 las exportaciones representaron el 26% del PBI, era solo el 11% en 1990. La inversión extranjera directa (IED) acumulada al 2007 significo el 14.3% del PBI ese año, era solo el 4.6% del PBI en 1993. El número de turistas que llegó al país en el 2007 fue de 1.66 millones, y lo fue de solo 330 mil en el año 1993.

La composición del PBI ha cambiado bastante en las tres últimas décadas. A agosto del 2008 la participación de la agricultura en el PBI era de solo 7.60%, de la minería 4.67%, de la manufactura 15.98%, el sector comercio aportó el 14.57% y otros servicios (que incluye servicios gubernamentales, transportes y comunicaciones y otros) el 39.25%. En 1981 la agricultura contribuía con el 10.2% del PBI, la minería con el 11.6%, y la manufactura con el 23.3%. Hacia 1970 la agricultura y silvicultura había contribuido con el 14.7% del PNB, la minería y explotación de canteras con el 5.5% y la manufactura con el 20.6% del Producto Nacional Bruto de entonces (datos del MEF, y de la Memoria Anual del BCRP, años 1990 y 1970). La participación de la agricultura se ha reducido casi a la mitad de 1970 al 2008 y la manufactura se redujo en un 30% en ese mismo lapso.

La población total del Perú paso de 13.2 millones en 1970 a 17.3 millones en 1980 y a 28.2 millones de habitantes en el 2007 (se duplico en los últimos 37 años). El tamaño del mercado interno ha crecido aunque aún alrededor de un 40% de los peruanos viven debajo de la línea de la pobreza. Ha habido una migración del campo a las ciudades, y solo en Lima la población paso a ser 8.4 millones en el 2007 (el 30.8% del país). La provincia de Lima tuvo 7.6 millones de habitantes el 2007 o el 27.7 % del total, y en 1993 tenía 5.7 millones o el 21.8% del total nacional. La Costa en 1940 albergaba al 28.3% de la población, el 2007 albergo al 54.6% de la población total (datos del XI Censo Nacional de Población del Instituto Nacional de Estadística e Informática).

El PBI per cápita del Perú el 2007 fue de 3,900 dólares. Los 28 millones de habitantes conforman un mercado de ingresos medios que pueda sustentar y esta sustentado el crecimiento de sectores como el de servicios (comercio, servicios gubernamentales, finanzas, etc.) y de cierta industria manufacturera, sobre todo el de bienes no transables como de alimentos y bebidas. Esto esta sustentando el reciente crecimiento notable de la demanda interna que ha contribuido al crecimiento del PBI en los últimos años.

Aun así, el Perú sigue dependiendo en sus exportaciones en su mayor parte de las ventas de recursos naturales, aunque han crecido significativamente las exportaciones de textiles y confecciones y de la agroindustria. Los productos tradicionales representaron el 76.8% en el 2007, un porcentaje mayor al registrado en 1998, el cual fue de 64.4%, fundamentalmente por los altos precios de los minerales, y estos así pasaron de un valor de 2,747 millones de dólares en 1998 a 17,328 millones de dólares el 2007 (cuando las exportaciones totales pasaron de 5,757 millones a 27,959 millones de dólares. Solo las exportaciones de cobre fueron de 7,241 millones de dólares y las de oro 4,157 millones de dólares en el 2007). Las exportaciones de textiles pasaron de 534 millones a 1,790 millones de dólares de 1998 al 2007, los productos agrícolas no tradicionales de 302 millones a 1,502 millones de dólares en ese mismo lapso (convirtiéndose Perú en el mayor exportador mundial de espárragos y páprika).

A pesar del crecimiento que habido en los últimos años aun este no es sentido por una parte de la población. No se logra crear suficientes puestos de trabajo. Muchos peruanos aun emigran al exterior. Se calcula que actualmente unos 2.8 millones de peruanos están fuera del país (un 10% del total de la población).

3.2.10. INVERSIÓN EXTERNA

El Banco Central de Reserva del Perú, reportó para el año 2009, un flujo de US\$ 4,760 millones de dólares de inversión extranjera directa en el Perú, monto 31% inferior con relación al año anterior, explicado fundamentalmente por la menor reinversión de utilidades, en un entorno económico internacional poco favorable.

Los aportes a capital (cifra registrada por ProInversión), alcanzaron US\$ 772.65 millones de dólares, siendo los sectores minero y financiero, los que mayor inversión captaron. De estas operaciones, Miski Mayo, Sider Perú, Michiquillay, Holding Continental, DP World Callao,

MakroSupermayorista, Calidda, Nextel, Falabella, Abengoa, Minera Quechua, HSBC y PureBiofuels, recibieron aportes superiores a los US\$ 15 millones y que en total, corresponde al 94% de todos los aportes recibidos durante el 2009.

El sector minero concentra el de mayor porcentaje del stock de IED (21%). Buena parte de estas inversiones fueron efectuadas en los últimos 5 años, por la puesta en marcha de diversos proyectos. Entre las principales empresas del sector destacan Southern Perú, Xstrata, Gold Fields, Yanacocha, Cerro Verde, Antamina y Cajamarquilla. Durante el 2009 se anunciaron inversiones por más de US\$ 30 mil millones para los próximos años. Dentro de los cuales se destaca inversiones de Chinalco, Grupo México, Xstrata, Shougang, entre otras.

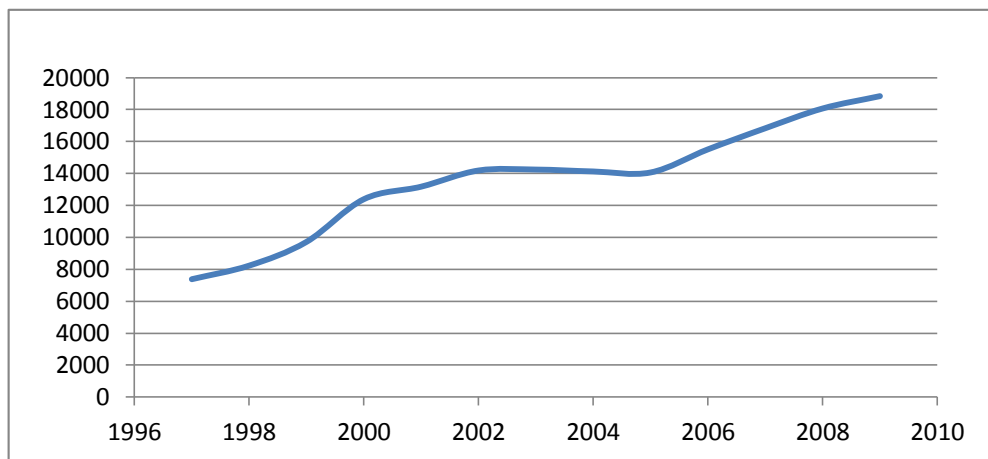
El sector comunicaciones con el 20.92%, refleja tanto las inversiones de Telefónica de España derivadas de su participación en el proceso de privatización de la compañía estatal en los años 90 y posteriores inversiones de expansión, así como las inversiones de los operadores de telefonía celular efectuadas principalmente entre el 2000 y el 2005. El desarrollo de este sector se ha visto dinamizado por el desarrollo de un agresivo programa de concesiones orientado a ampliar la cobertura de telefonía en zonas rurales.

El sector industrial (15.1%), finanzas (15.3%) y energía (13.8%), complementan los cinco principales sectores de destino de la IED, que en conjunto representan el 84.7% del stock de IED en el Perú.

Es importante señalar que el sector energético muestra un desarrollo muy prometedor por el gran potencial hidroenergético y las posibilidades de desarrollar las reservas gasíferas, empresas como Electrobras, OAS, Endesa, Inkia y SK, ya han manifestado su intención de invertir en diversos proyectos más de 20 mil millones de dólares.

FIGURA 3.1.

INVERSIONES EXTERNAS DIRECTAS EN EL PERÚ (MILLONES DE DÓLARES)

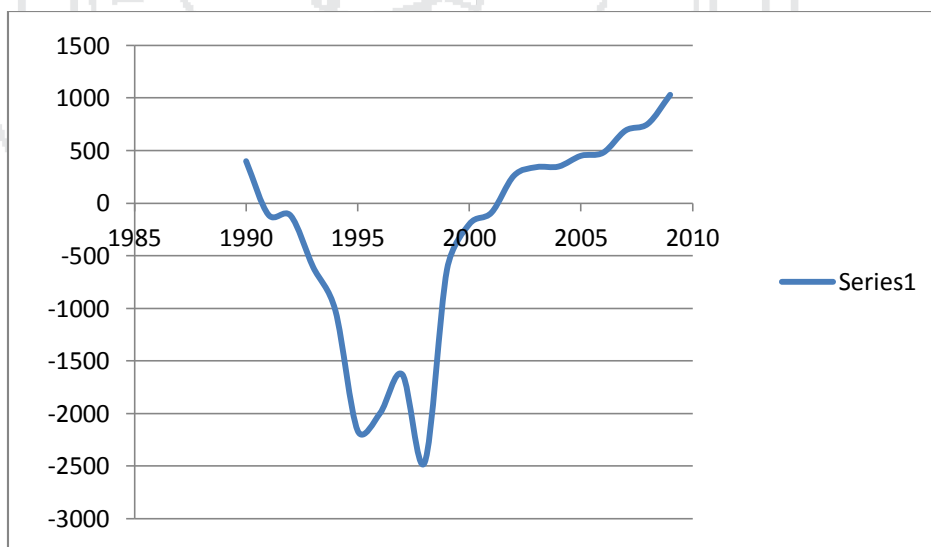


Fuente: Elaboración propia, datos de PROINVERSION

3.2.11. SALDO EN LA BALANZA COMERCIAL.

FIGURA 3.2.

SALDO EN LA BALANZA COMERCIAL (MILLONES DE DÓLARES)



Fuente: Elaboración propia, datos de BCRP

Desde el año 1990 hasta el 2001 el nivel de las exportaciones era muy menor que las importaciones, pero eso viene cambiando a partir del año 2002, cuando el Perú logró un saldo positivo en su Balanza Comercial, con un valor de US\$ 261 millones. Se espera que para los próximos años continúe con tendencia positiva debido a los múltiples acuerdos comerciales que el Estado peruano está realizando con otros países.

Se observa en la figura 3.2. que, en el periodo de 1990 al 2000, la balanza comercial peruana fue negativa, con una tendencia creciente año a año, y el pico de esta fue en 1998 cuando alcanzó el valor de US\$ -246° millones. Para entender el porqué de esta evolución es necesario examinar los valores de las exportaciones y de las importaciones para cada año. En los últimos años, la balanza comercial quedó deficitaria como resultado de un crecimiento mayor de las importaciones en relación a las exportaciones.

Es así, que los nuevos desafíos de los tiempos actuales y el proceso de cambios que ocurrirán en el mundo y en el Perú, con la liberalización de la economía, la privatización, la abertura a la inversión extranjera, las políticas de libre mercado y el nuevo papel del estado, tiene influencia en la política de gasto público. Esta, no solo trata de mantener un equilibrio fiscal, pero también de generar confianza en el sector privado y exigir actitudes de eficiencia y productividad, que fortalezcan los cambios estructurales mencionados.

CAPITULO IV

MODELO DEL SISTEMA DE PROYECCIÓN

4.1. MODELOS ENERGÉTICOS UTILIZADOS EN EL MUNDO

En los últimos años se ha hecho evidente la necesidad de desarrollar una política energética en cada país. El cambio climático, la desregulación, la oferta económica de servicios energético, la seguridad energética y otros desafíos se traducen en iniciativas de política energética. Según expertos, los instrumentos actuales de política energética se alejan de las alternativas tradicionales de regulación monetaria (impuestos y subsidios) hacia instrumentos no monetarios (Laitener, 2003). En esta línea, la eficiencia energética surge como un área de política relevante. La incorporación de energías renovables no convencionales también. Estas nuevas tendencias hacen necesario contar con herramientas adecuadas para evaluar los impactos de política energética y realizar buenos pronósticos.

Generalmente, los reguladores utilizan estudios de escenarios para evaluar ex ante los efectos potenciales de elecciones de política particulares. Con este propósito, se utilizan distintos modelos que intentan estimar el efecto de estas elecciones, por ejemplo, en usos energéticos y en bienestar económico. Sin embargo, todos los modelos presentan virtudes y limitaciones las que serán explicadas en los siguientes puntos. Tal es así, que

se presentan las categorías generales de distintos modelos energéticos que hoy se utilizan para analizar el impacto de políticas energéticas y planificación energética de mediano y largo plazo. Posteriormente, se presentan algunos de los modelos específicos que se han desarrollado y empleado para realizar pronósticos, planificación y evaluación de políticas.

4.2. TOPOLOGÍA O ARQUITECTURA DE REDES NEURONALES APLICADOS A LA ENERGÍA

La topología o arquitectura de las redes neuronales aplicados a la prospección energética, consiste en la organización y disposición de las neuronas en red formando capas o agrupaciones de neuronas a partir de la información del Balance Nacional de Energía. En este sentido, los parámetros fundamentales son: el número de capas, el número de neuronas por capa, el grado de conectividad y el tipo de conexiones entre neuronas, todo ello lo realizará el modelo propuesto para realizar la prospectiva energética.

Según el tipo de conexión, las redes pueden clasificarse como de propagación hacia delante o hacia atrás.

En las redes Feedforward o de propagación hacia delante, todas las señales neuronales se propagan hacia delante a través de las capas de la red. No existen conexiones hacia atrás ni tampoco autorrecurrentes. En estas redes ninguna salida de las neuronas es entrada de neuronas del mismo nivel o de niveles precedentes.

Cuando las salidas pueden ser conectadas como entradas de neuronas de niveles previos o del mismo nivel, incluyéndose ellas mismas, la red es de propagación hacia atrás.

De acuerdo con el número de capas, las redes neuronales se clasifican como monocapa y multicapa.

4.3. MODELO SEGÚN LAS REDES NEURONALES

Analizando la bibliografía establecida, las redes neuronales se pueden definir y conceptualizar como sistemas de computación (o modelos de cómputo) formados por un gran número de elementos simples e interconectados, los cuales procesan información por medio de su estado dinámico predictivo como respuesta a entradas conocidas externas. Esas entradas en este caso, serán la información establecida por el Ministerio de Energía y Minas, establecido en el Balance Nacional de Energía

Tal es así, abarcando diferentes áreas, podemos decir que están compuestas de un gran número de neuronas, enlaces, las cuales, como se verá más adelante, pueden estar organizadas en una sola capa, o en varias capas. En este último caso se suelen clasificar en tres grupos: neuronas de entrada (cuya misión es captar los datos desde el exterior), neuronas intermedias u ocultas (se encargan de procesar la información y transmitirla a través de la red) y neuronas de salida (recogen la información y la presentan como salida de la red).

Su esquema de funcionamiento, una vez entrenada la red convenientemente, se basa en la recepción de los datos, la activación de varias neuronas a través de las diversas capas de la red, y la posterior inferencia de una salida, la cual será el resultado propuesto por la red.

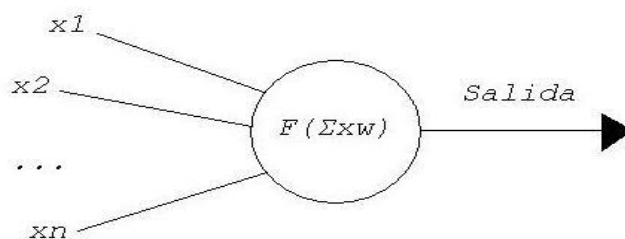
Su finalidad principal es tratar de imitar los mecanismos del pensamiento natural, es decir, del cerebro humano, centrándose en procesos de almacenaje y utilización de patrones, para resolver problemas a través de ellos. Este tipo de tareas, así como la generalización a partir de varios casos expuestos, o la predicción de resultados, son difícilmente implementables por los esquemas de programación clásicos. Es en estos campos, precisamente, donde las redes neuronales demuestran su utilidad.

Es importante reseñar que aunque las redes neuronales son muy útiles para la resolución de problemas de adaptación, como los anteriormente descritos, no es apropiada para la realización de cálculos precisos, siendo mejor en estos casos emplear los sistemas de computación convencionales.

4.4. LA NEURONA ARTIFICIAL

En general, los modelos energéticos son desarrollados para propósitos de planificación nacional o bien de análisis de política global. Luego, una primera clasificación considera modelos nacionales (como MARKAL, LEAP, MEDEE) y globales (como POLES). En este contexto, además de los modelos globales y nacionales existen los modelos regionales (como PRIMES modelo desarrollado para la Unión Europea). Para estimaciones de demanda eléctrica existen resoluciones espaciales mucho más finas que pueden definirse a nivel de nodo o a través de grillas que suelen ser hexagonales (Infante, 2006).

FIGURA 4.1.
FUNCIÓN PRINCIPAL DE UNA RED NEURONAL



Fuente: Joaquin Derrac (2005)

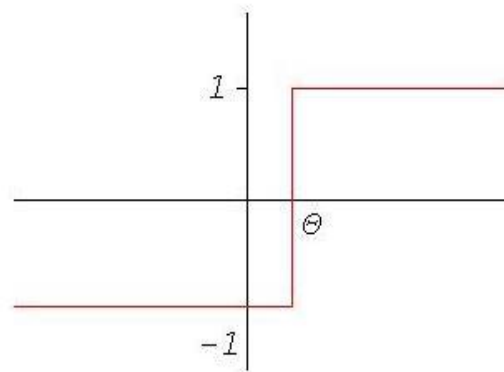
4.5. CONEXIONES ENTRE DIFERENTES TIPO DE NEURONAS Y FUNCIONES DE ACTIVACIÓN Y DE SALIDA

Los principales enfoques de modelos utilizados para la evaluación de políticas, planificación de sistemas energéticos y realización de pronósticos se describen a continuación:

Una vez que la neurona ya ha captado la suma ponderada de todos sus estímulos (que, de ahora en adelante, llamaremos net), debe pasar a determinar su estado. De esto se encarga la función de activación. Al comienzo únicamente se usaron funciones de activación lineales, para simplificar el modelo, aunque más tarde se descubrió que el añadir funciones de activación no lineales incrementaba la capacidad de la red para calcular problemas más complejos.

-Función Umbral:

FIGURA 4.2.
GRAFI DE FUNCIÓN UMBRAL



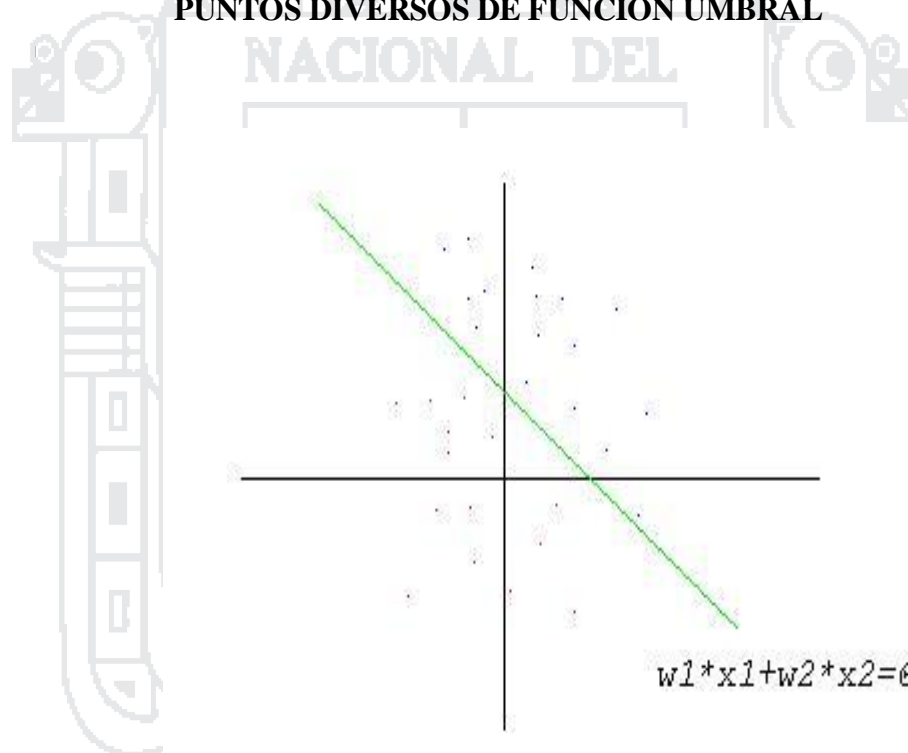
La idea de esta función es que si net supera un determinado valor umbral Θ , entonces la neurona pasa a estar activa (1), si net es inferior a Θ , entonces la neurona estará en reposo (-1).

Esta fue la primera función de activación usada en las neuronas. Su interpretación geométrica es la siguiente:

Supongamos una neurona con dos entradas, las cuales representaremos en un espacio Euclideo. La función de activación se representa como un hiperplano que divide el espacio en dos partes, +1 y -1.

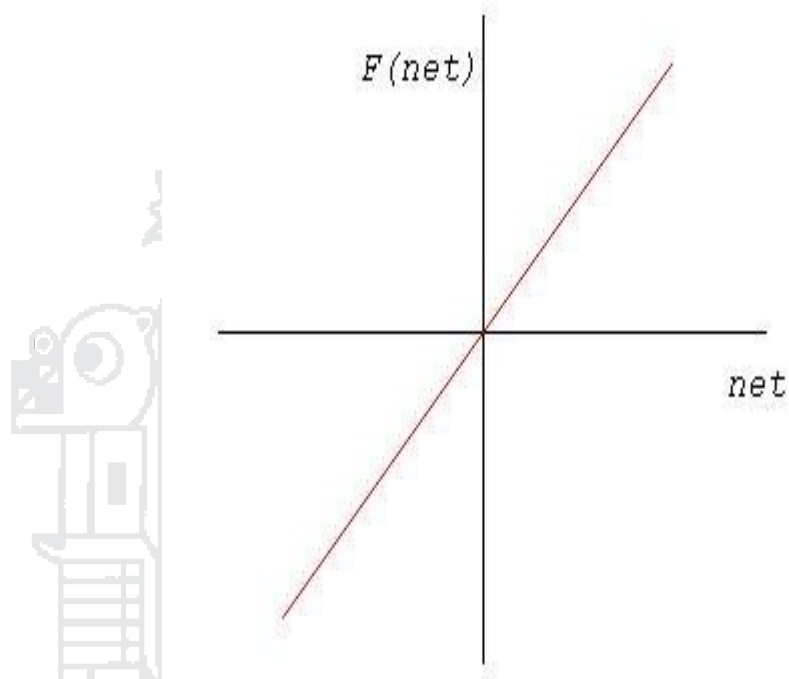
FIGURA 4.3.

PUNTOS DIVERSOS DE FUNCIÓN UMBRAL



Aquí es donde podemos ver de manifiesto la capacidad de las redes neuronales para clasificar patrones: En realidad lo que hacen es clasificar un conjunto de soluciones en el espacio.

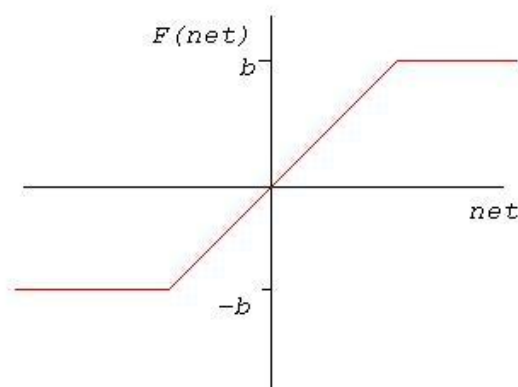
- Función Identidad:

FIGURA 4.4.**GRAFICA DE FUNCIÓN IDENTIDAD**

Aquí en lugar de discretizar los estados de la neurona a dos, se permite a la neurona tomar cualquier valor, que coincidirá con el valor de sus entradas (net).

- Función semilineal:

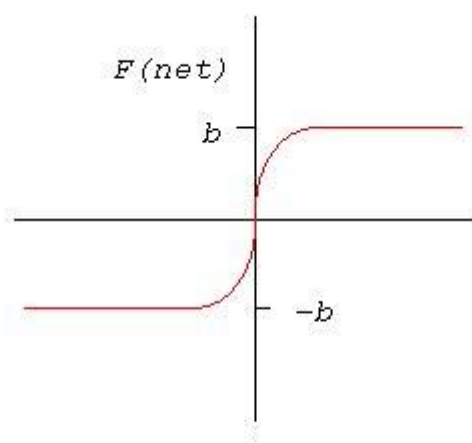
FIGURA 4.5.
VARIACIÓN DE FUNCIÓN LINEAL



Esta es una combinación de las anteriores. Presenta un intervalo de valores continuo, pero acotado entre dos valores ($-b$ y b). Esto permite tener un comportamiento similar al de la función umbral, pero permitiendo determinar mejor lo que ocurre si los valores son muy próximos al umbral. Joaquin Derrac (2005)

- Función sigmoideal:

FIGURA 4.6.
FUNCIÓN SINUSOIDAL



Aunque existen varias funciones de este tipo, la más utilizada es la función logística

$\frac{1}{1 + e^{-x}}$. Como puede verse, son muy similares a las funciones semilineales. Están acotadas y su comportamiento cerca del umbral es continuo. La principal ventaja de las funciones sigmoideas es que son derivables (al contrario que las semilineales), por lo que pueden ser empleadas en métodos de aprendizaje que requieran el uso de derivadas. En particular, la derivada de la función logística es fácil de obtener:

$F'(x) = F(x) * (1 - F(x))$. Además, esta derivada es siempre positiva y cercana a 0.

4.6. ESTRUCTURAS DE LAS REDES NEURONALES. TIPOS

Uno de los aspectos más importantes en el funcionamiento de una red neuronal es su estructura. Generalmente, las redes neuronales se organizan formando capas, que son agrupaciones de neuronas. Por tanto, los parámetros principales que definen la arquitectura de la red son: El número de capas, el número de neuronas por capa, el grado de conectividad entre las neuronas y el tipo de estas conexiones.

Según el número de capas tenemos:

-Redes monocapa: En este tipo de redes se establecen conexiones laterales entre todas las neuronas que pertenecen a la única capa de la red. Además, se pueden definir conexiones autorecurrentes, de una neurona a si misma.

Se usan principalmente para tareas de autoasociación, es decir, para regenerar informaciones de entrada que se presentan de forma incompleta o distorsionada.

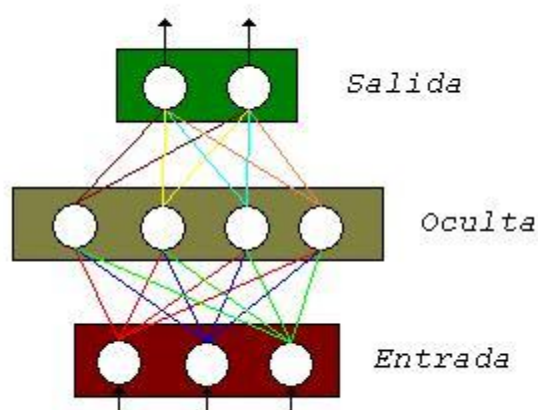
Ejemplos: Red de HOPFIELD, máquinas de BOLTZMANN, etc....

-Redes multicapa: Las redes multicapa son aquellas cuyas neuronas están organizadas en 2, 3 o más conjuntos. Normalmente, suele existir una capa de entrada, una o varias capas ocultas, y una capa de salida.

Este tipo de metodología los podemos aplicar a diferentes área, pero en este trabajo de investigación a nivel de pre-grado, lo utilizamos para predecir datos de demanda y oferta energética, según los datos establecidos por el Ministerio de Energía y Minas en el Balance Energético Nacional.

FIGURA 4.7.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO MULTICAPA



A su vez, las redes multicapa las podemos dividir en dos grupos, según si las conexiones son solo hacia delante (redes feedforward), o si permitimos también conexiones hacia atrás (redes feedforward/feedback).

Aun que existen muchos modelos inspirados en feedforward/feedback como las redes BAM, ART, el COGNITRON y el NEOCOGNITRON... Nosotros nos centraremos en las redes feedforward, en las que todas las señales se propagan siempre hacia delante a través de las caspas de la red, salvo ciertas excepciones (como los mapas de Kohonen).

Los ejemplos más conocidos de estas redes son el Perceptrón, el ADALINE y MADALINE, y la red BACKPROPAGATION, y son las que vamos a ver a partir de ahora.

4.7. EL APRENDIZAJE

Una vez definida la estructura de la red, el siguiente paso es entrenarla para que responda de forma adecuada ante un determinado problema. Para ello lo que hay que hacer es presentar un conjunto de casos que la red utilizará para modificar sus pesos.

Durante el proceso de aprendizaje, los pesos de la red van cambiando convenientemente hasta que los pesos permanezcan estables, momento en el cual se dice que la red ha aprendido.

Existen dos criterios para diferenciar los tipos de aprendizaje existentes. El primero es que la red pueda aprender durante su funcionamiento (aprendizaje ONLINE), o que durante el aprendizaje sea desconectada del exterior (aprendizaje OFFLINE). El segundo es que el aprendizaje sea autónomo o esté controlado por un ente exterior a la red. En este caso estaremos hablando de aprendizaje supervisado o aprendizaje no supervisado.

En el aprendizaje no supervisado, la red no requiere ninguna información externa que le indique si la salida generada es correcta o no. Por eso se dice que estas redes son capaces de autoorganizarse. Realmente, estas redes se basan en la familiaridad o similitud entre la información presentada y las que ya había almacenado en el pasado.

Sin embargo, las más utilizadas son las redes con aprendizaje supervisado. En ellas, debe indicársele a la red cuando está actuando bien, realizando un entrenamiento previo a su uso.

Aunque existen varios métodos de aprendizaje supervisado, como el aprendizaje por refuerzo (basado únicamente en una señal que indica si el resultado es válido o si ha fallado, pero no en donde ha fallado) o el aprendizaje estocástico (que realiza cambios aleatorios en los valores de los pesos de la red), el modelo más usado es el de aprendizaje por corrección de error, que consiste en obtener el error obtenido tras cada caso, y usarlo para corregir los pesos de la red, hasta que el error sea el mínimo posible.

Este método de aprendizaje lo veremos más a fondo en el apartado del perceptrón.

Para finalizar, podemos avanzar que estas redes se suelen usar principalmente en labores de predicción y clasificación.

4.8. REDES DE PROPAGACIÓN HACIA ADELANTE

A partir de ahora lo que haremos es describir en profundidad al grupo de redes que comparten esta característica en común: Redes con conexiones hacia adelante, con arquitecturas en 1 o varios niveles perfectamente separados, útiles como clasificadores de patrones y usuarias del aprendizaje supervisado.

Veremos las más importantes: Perceptrón, ADALINE y MADALINE, y la red Backpropagation.

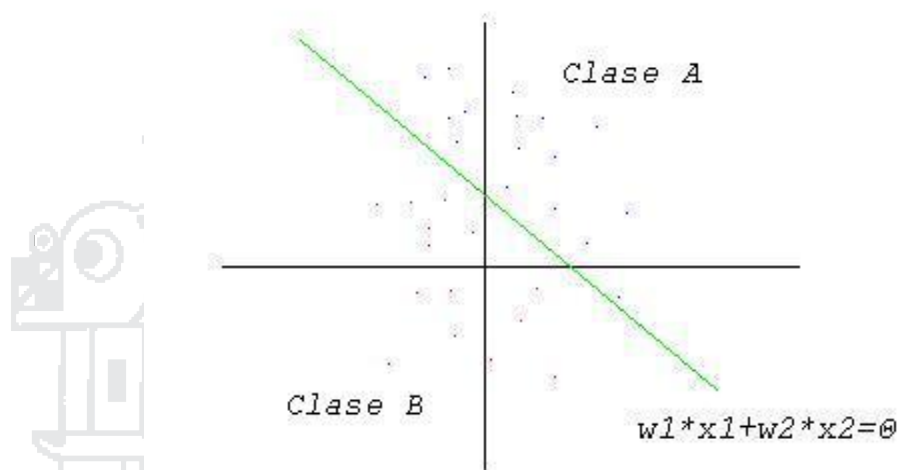
Redes monocapa: El Perceptrón

Este fue el primer modelo de red neuronal artificial. Fue desarrollado por Rosenblatt en 1958.

Está formado por varias neuronas de entrada (tantas como la dimensión del patrón de entrada) y una única neurona de salida. Como función de activación usan la función umbral.

Su funcionamiento es simple: La neurona de salida realiza la suma ponderada de las entradas, resta el umbral y pasa el resultado a la función de activación, la cual responde +1 si el patrón pertenece a la clase A, o -1 si pertenece a la clase B.

FIGURA 4.8.
IDENTIFICACIÓN DE CLASES



El término BIAS.

Como puede verse, la respuesta del perceptrón depende de que la suma ponderada de las entradas pueda superar o no el valor del umbral.

Para poder simplificar la función de activación, lo que se hace es suponer que se usa la función umbral con $\Theta=0$ (la más simple), y reflejamos el valor umbral real de la neurona en una conexión especial, llamada BIAS, cuyo salida siempre será 1, la cual está conectada a todas las neuronas de la red.

Gracias a esto, podemos especificar el valor umbral de cada neurona como un peso de una conexión más, lo cual facilita la tarea de interpretación de fórmulas y sobre todo, el establecimiento del valor umbral dentro del aprendizaje, ya que se trata a este como a un peso cualquiera.

4.9. ALGORITMO DE APRENDIZAJE DEL PERCEPTRÓN

El algoritmo de aprendizaje del perceptrón es de tipo supervisado, por lo que tendremos que evaluar cada uno de los resultados durante su aprendizaje y corregir el sistema si fuese necesario. (Joaquin Derrac 2005)

La idea es ir presentando un conjunto de casos simples al perceptrón y observar sus respuestas, de forma que si el perceptrón responde -1, cuando debería responder +1, o viceversa, modificamos los pesos correspondientes con el valor neto del error

Pasos:

1. Asignar valores aleatorios a los pesos
2. Aplicar un vector de entrada y obtener la salida correspondiente
3. Calcular error.
4. Si $\text{error} \neq 0$, entonces para cada peso $w = w + \text{error} * \text{entrada}$

Y el proceso se repite hasta que los pesos alcancen valores estables.

A modo de ejemplo vamos a mostrar el aprendizaje de la función booleana AND, de modo que la neurona muestre 1 si ambas entradas están activas o -1 si alguna no lo está.

Cada vector de entrada tendrá 3 términos: B y C, las entradas, y A, el valor umbral, el cual siempre valdrá 1 (recordar la definición de BIAS).

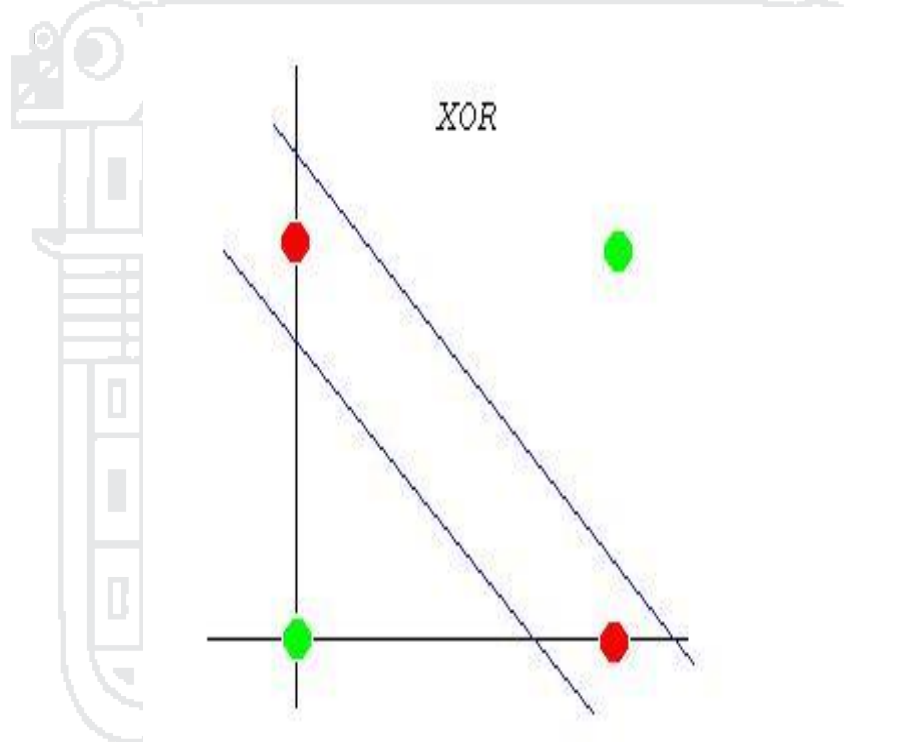
Como podemos ver, tras un número de iteraciones la neurona ha acabado aprendiendo como realizar la función AND, modificando sus pesos de entrada como: B=4, C=4, y con un umbral de -7. Para ver que clase de problemas son resolubles mediante el perceptrón simple, enunciaremos el siguiente teorema:

4.10. TEOREMA DE CONVERGENCIA

Si las clases son linealmente separables, el algoritmo del perceptrón converge a una solución correcta en un número finito de pasos para cualquier elección inicial de los pesos. El problema es que la mayoría de los problemas a los que nos vamos a enfrentar no son linealmente separables:

FIGURA 4.9.

FUNCIÓN PARALELA



Problemas tan simples como la función XOR no pueden ser resueltas mediante el perceptrón simple, pues es imposible separar el espacio solución mediante una sola línea. (Joaquin Derrac 2005)

4.11. ADALINE Y MADALINE

Las redes ADALINE (ADAPtative LINear Element) y MADALINE (Multiple ADALINE). Ambas arquitecturas son similares al perceptrón. La red ADALINE está limitada a una única salida, mientras que la red MADALINE tiene varias.

La principal diferencia entre el ADALINE y el perceptrón es el uso de la Regla Delta durante el aprendizaje. Esto permite al ADALINE emplear funciones de activación diferentes de la función escalón, como la función lineal.

Además, una ventaja del ADALINE es que no solo garantiza una solución válida para problemas linealmente separables, sino que esa solución será la que produzca un error mínimo, según el criterio LMS, que veremos a continuación.

Aprendizaje de la red Adaline. La regla Delta

Básicamente, la regla Delta lo que pretende es reducir el error cuadrático medio, que

viene definido como: $E = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^n (D^p - Y^p)^2$, siendo d la salida esperada e y la salida obtenida.

Para ello, lo que se intenta es tratar de converger hacia mínimos globales de este error, aplicando un algoritmo iterativo de descenso del gradiente.

Para ello lo que se hace es ir calculando el valor de las derivadas de cada peso respecto a cada entrada, de donde al final obtenemos que el incremento de pesos es:

$\Delta W_j = \alpha(d - y)x_j$. Si la comparamos con la del perceptrón: $\Delta W_j = (d - y)x_j$,

observamos que lo único que hace la regla delta es añadir una constante α , que es la que indica como de rápido será el aprendizaje, y es la llamada Tasa de Aprendizaje.

4.12. ALGORITMO LMS

Este algoritmo (Least Mean Square), similar al perceptrón, se caracteriza por utilizar la regla delta. Para poder efectuar con éxito la derivación que la aplicación de esta regla exige, es necesario que la función de activación sea lineal.

Pasos:

-Asignar valores aleatorios a los pesos

-Aplicar un vector de entrada y obtener la salida correspondiente:

$$\text{salida} = w * x$$

$$\text{error} = \text{salida deseada} - \text{salida}$$

$$w_i = w_i + \alpha * \text{error} * x_i \quad \text{para todo } i .$$

Y se repite el proceso hasta que el error sea menor a un límite previamente establecido.

Para el buen desarrollo de este algoritmo, α debe tomar valores que , teóricamente, deberían ser infinitamente pequeños. Generalmente se obtienen buenos resultados con valores cercanos a 0,1.

4.13. REDES MULTICAPA, TIPO PERCEPTRÓN

Las redes multicapa aparecieron para tratar de paliar las deficiencias que acabamos de ver de las redes monocapa.

El primer tipo de red definida así fue el perceptrón multicapa. Lo que introducía es la utilización de varias capas ocultas entre la capa de entrada y la de salida. Eso permitía la designación de regiones de decisión mucho más complejas que los dos semiplanos que nos permitía el perceptrón simple.

En este cuadro, donde se puede consultar la diferencia entre usar la función umbral o emplear una función no lineal continua, nosotros solo representaremos el caso más

general) podemos observar como mejoran las capacidades de división del espacio mientras aumenta el numero de capas.

FIGURA 4.10.

CARACTERÍSTICAS DE TIPOS DE REDES SEGÚN ESTRUCTURA

<i>Estructura</i>	<i>Tipo de región de decisión</i>	<i>Problema del OR-Exclusivo</i>	<i>Clases lin.no separables</i>	<i>Formas más generales</i>
<p><i>Una capa</i></p>	<p><i>Zonas separadas por hiperplanos</i></p>			
<p><i>Dos capas</i></p>	<p><i>Zonas convexas</i></p>			
<p><i>Tres capas</i></p>	<p><i>Zonas de complejidad arbitraria</i></p>			

Usando una única capa, solo podemos establecer fronteras lineales entre las regiones.

Un perceptrón con dos capas podrá formar cualquier región convexa, es decir, regiones formadas por la intersección entre regiones formadas por una única capa.

Aumentando la complejidad de la red a 3 capas (o más), se pueden formar regiones de complejidad arbitraria, de forma que podremos resolver cualquier problema. Hay muy pocos casos en los que sea necesario aumentar el número de capas, y su utilidad se reduce a mejorar el proceso de aprendizaje.

Para completar este tema, se puede observar en una explicación más amplia, tocando aspectos como el número de neuronas por capa o la interpretación geométrica de las zonas delimitadas.

4.14. BACKPROPAGACIÓN.

Ya en 1986, varios investigadores desarrollaron un método para que una red neuronal aprendiera la asociación que existe entre los patrones de entrada a la misma y las clases correspondientes, utilizando varias capas ocultas. Este método, el Backpropagation, está basado en la regla delta (generalizada) y amplió considerablemente el campo de aplicación de las redes neuronales.

Este algoritmo se puede aplicar a modelos de redes con más de una capa. Es capaz de organizar la representación interna del conocimiento, consiguiendo cualquier correspondencia entre la entrada y la salida de la red.

El esquema general de uso de este algoritmo es un aprendizaje a partir de un conjunto de pares entrada-salida deseada, de forma que lo primero que se hace es presentar la entrada a la red. Así, se obtiene una salida real. Posteriormente se compara con la salida deseada y se obtiene este error absoluto. A partir de aquí, este error se va propagando hacia atrás, de forma que todas las neuronas reciben el porcentaje de error aproximado a la participación de la neurona intermedia en la salida original.

4.15. LA REGLA DELTA GENERALIZADA

Es una extensión de la regla delta para que pueda ser usada en capas intermedias. Estas deben tener funciones de activación continuas (lineales o sigmoideas), no decrecientes y derivables.

Su funcionamiento consiste en converger hacia el mínimo error, utilizando para ello la línea de máxima pendiente (el mayor gradiente decreciente de dicha función).

El punto de partida es el mismo que en la regla delta, la actualización de los pesos es:

$$\Delta W_j = \alpha(d - y)x_j \Rightarrow \Delta W_j = \alpha\delta_j x_j$$

La diferencia entre la regla delta y la regla delta generalizada es este valor δ . En las redes multinivel, a diferencia de las redes monocapa, no podemos conocer a priori la salida deseada de las capas ocultas.

Según esto, en la regla delta generalizada

$\delta_j = (d_j - y_j) * f'(entrada\ j)$ para las neuronas de la capa de salida.,

y $\delta_j = (\sum \delta_k * w_{jk}) * f'(entrada\ j)$ para cada neurona que no sea de salida, siendo k todas y cada una de las neuronas que reciben la salida de j.

De esta forma, el error que se produce en una neurona oculta es la suma de los errores que se producen en las neuronas a las que está conectada la salida de esta, multiplicando cada uno de ellos por el peso de la conexión.

El momento (momentum)

Algunos de los principales problemas del Backpropagation son la lentitud en el proceso de aprendizaje (recuérdese que α no puede ser muy alta, pues se producirían efectos oscilatorios y nunca se alcanzaría el mínimo), o el posible estancamiento del algoritmo en mínimos locales.

Para evitarlos, se introdujo en el algoritmo un término que recogiese la inercia (momentum) en el aprendizaje, de forma que los valores converjan más rápidamente hacia el mínimo y se puedan superar los mínimos locales.

Este término de inercia se define como una parte β del incremento anterior:

$$\beta * \Delta W_j(t)$$

Con lo que, para finalizar, las expresiones del Backpropagation quedan:

$$W_j(t+1) = W_j(t) + [\alpha(d_j - y_j)f'(entrada_j) + \beta\Delta W_j(t)]$$

Si j es una neurona de salida, o

$$W_j(t+1) = W_j(t) + \left[\alpha \left(\sum_k \delta_k W_{jk} \right) f'(entrada_j) + \beta \Delta W_j(t) \right]$$

Si j no es una neurona de salida.

4.16. ENTRENAMIENTO Y VALIDACIÓN

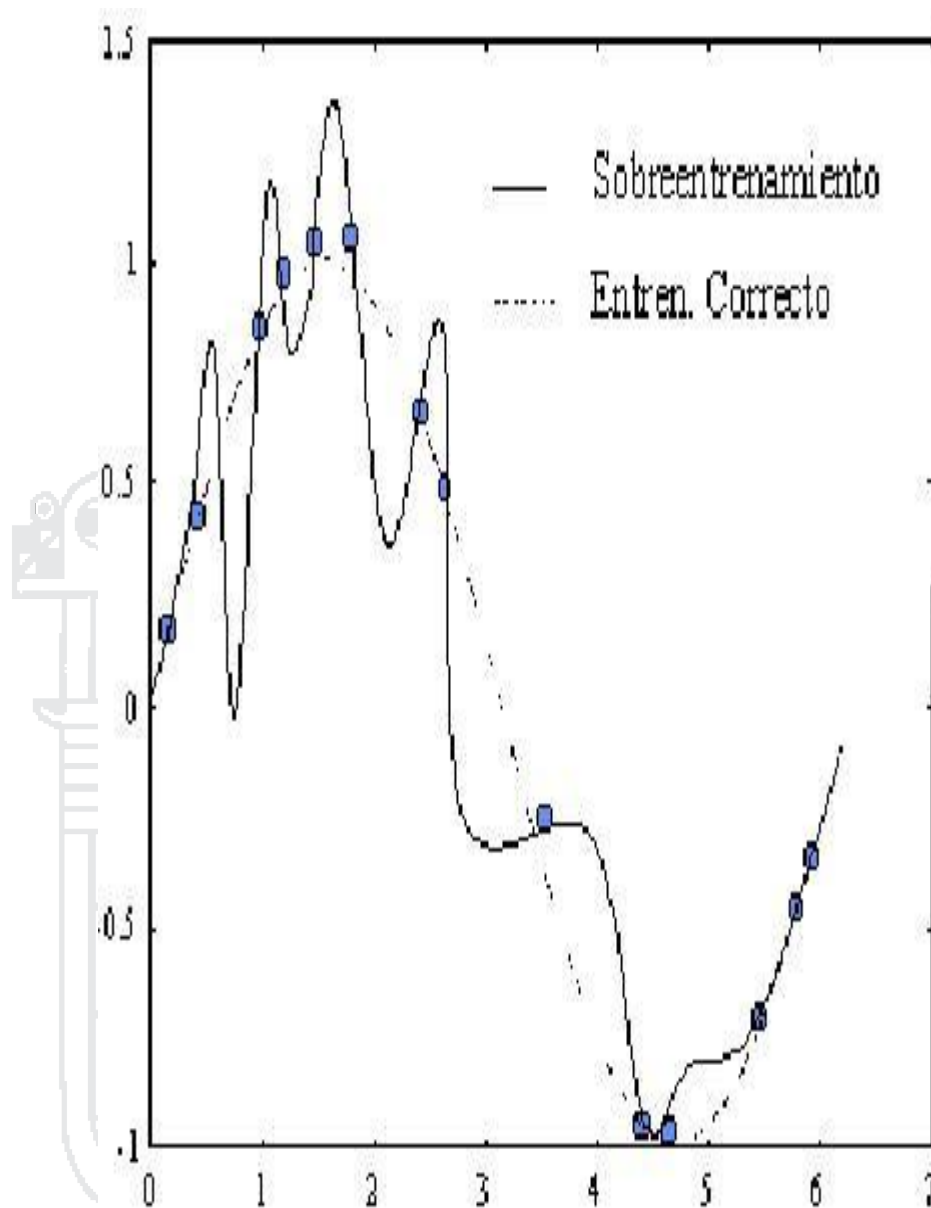
Una vez diseñada y construida la red, el último paso de creación es entrenarla para que pueda reconocer todos los patrones posibles, siendo capaz de generalizar a partir de los datos disponibles. Además, habrá que validarla, para comprobar que calcula lo que pretendemos.

Como guía, siempre podemos tener en cuenta que es fundamental validar con datos no empleados durante el entrenamiento, así como estimar de forma correcta el error cometido. También es importante asegurar que los datos usados son representativos (sino la red no aprenderá a generalizar).

La idea es evitar una posible mala generalización por parte de la red. Si se entrena poco, la red no será capaz de generalizar, y si se entrena demasiado, no será capaz de sacar conclusiones correctas, como podemos ver en la siguiente gráfica.

FIGURA 4.11.

EJEMPLO DE APLICACIÓN



El problema es, precisamente, saber cuando parar de entrenar para no caer en el sobreentrenamiento. Para esto existen varios métodos, de los cuales vamos a revisar la resustitución, la validación simple y la validación cruzada. Para ampliar esta información, puede consultarse.

4.17. RESTITUCIÓN

Es el método más simple: Consiste en entrenar hasta que el error en los datos de entrenamiento es lo suficientemente bajo. Sin embargo, este método tiene varios problemas, empezando por que si nos centramos en reducir el error durante el entrenamiento, la red estará estupendamente preparada para esos datos, pero no para generalizar en la vida real; y terminando porque este método suele producir sobreentrenamiento.

Validación simple:

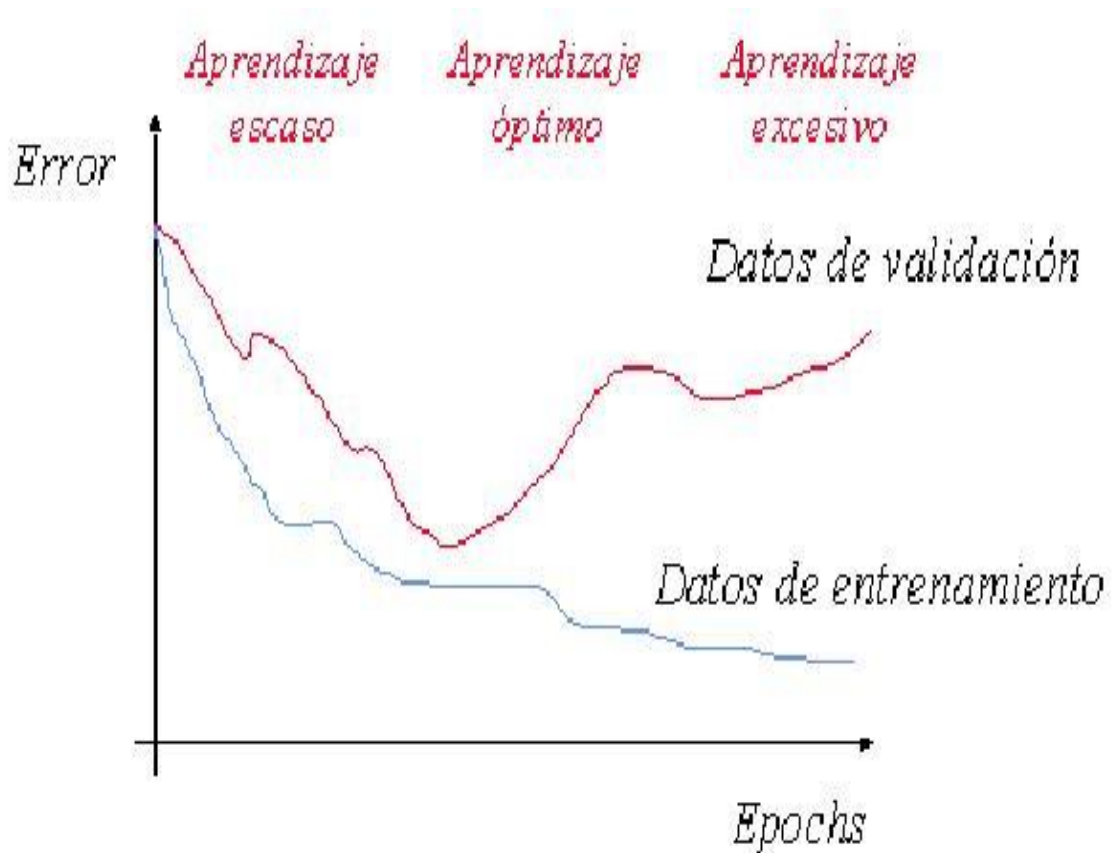
Este método, también llamado Hold-Out consiste en dividir todos los datos disponibles en tres grupos:

- Datos de entrenamiento: 65% Aproximadamente. Para entrenamiento inicial de la red
- Datos de validación: 15% Aproximadamente. Para comprobar que la red esta calculando lo que deseamos.
- Datos de test: 20% Aproximadamente. Para comprobar si la red generaliza adecuadamente.

La idea es conseguir un aprendizaje óptimo, que minimice el error, tanto en los datos de entrenamiento como en los de validación, como podemos ver a continuación:

FIGURA 4.12.

TIPO DE APRENDIZAJE

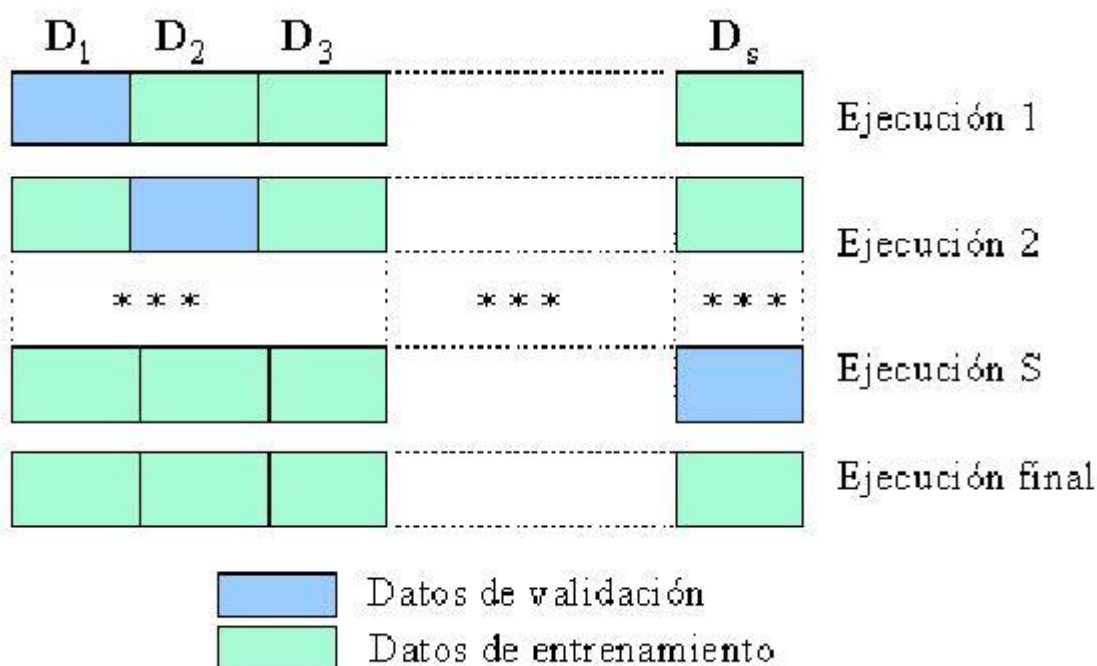
**4.18. VALIDACIÓN CRUZADA**

Este procedimiento se basa en dividir el conjunto de datos en varios grupos (típicamente 10), y entrenar la red ese mismo número de veces, reservando cada vez uno de los grupos para la validación.

Este sistema puede utilizarse para entrenar la red de forma mucho más robusta que los anteriores, y además nos puede dar una idea sobre cual será el error medio de generalización.

FIGURA 4.13.

RESPUESTAS DE DATOS DE VALIDACIÓN Y ENTRENAMIENTO



Aunque este método precisa de una mayor cantidad de tiempo de entrenamiento, y no usa el concepto de validación en el entrenamiento final, tiene la ventaja de que utiliza todos los datos disponibles íntegramente, lo cual hace que el aprovechamiento sea mayor, con lo que dará resultados mejores que la validación simple, al menos si solo se dispone de conjuntos de datos pequeños.

4.19 EL MODELO ESTABLECIDO POR WASSILY LEONTIEF (Benitez, 2007)

En lo que sigue hablaré de la producción de un cierto bien haciendo alusión a la producción bruta y habré de especificar cuando me refiera a la producción neta. La economía considera n ramas industriales que llevan a cabo simultáneamente procesos de producción de igual duración; cada rama produce un bien particular al cual corresponde un índice representado por i o por j de tal forma que $i, j = 1, 2, \dots, n$. Me

referiré a un conjunto $\{j_1, j_2, \dots, j_d, \dots, j_D\}$ como un conjunto D si éste contiene D bienes diferentes y , para simplificar, hablaré de los índices también como bienes. Para cada i , la notación x_i representa la cantidad del bien i producida en la industria correspondiente y c_i la diferencia entre ésta y el monto del mismo bien que se consume en el sistema industrial durante el periodo. Además, para cada par (i, j) , el coeficiente técnico a_{ij} , representa la cantidad de i que es consumida directamente (en la rama que produce j durante el periodo considerado) en la producción de una unidad de j . Supongo que $a_{ij} \geq 0 \forall (i, j)$. Hay rendimientos constantes a escala de tal forma que los coeficientes son independientes de las cantidades producidas. Un bien i produce al bien j (no necesariamente distinto) directamente si $a_{ij} > 0$ e indirectamente si hay un conjunto D que no contiene a i ni a j y que verifica la desigualdad $a_{i,j_1} a_{j_1, j_2} a_{j_2, j_3} \dots a_{j_{D-1}, j_D} > 0$.

De acuerdo con las definiciones precedentes, las relaciones entre las cantidades consumidas y las producidas de cada bien definen el siguiente sistema de ecuaciones:

$$x_i = \sum_j a_{ij} x_j + c_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Después de ordenarlo por columnas, es posible escribir este sistema como sigue:

$$-a_{i1}x_1 - a_{i2}x_2 \dots - a_{i,(i-1)}x_{(i-1)} + (1 - a_{ii})x_i - a_{i,(i+1)}x_{(i+1)} - \dots - a_{in}x_n = c_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Para simplificar, cambiaré la notación de los coeficientes que están en el lado derecho del sistema introduciendo la variable no negativa r que será igual a cero en este capítulo pero adoptará también otros valores en los siguientes. Para cada par (i, j) , sea b_{ij} igual a: $-a_{ij}(1+r)$ si $i \neq j$ y a $1 - a_{ii}(1+r)$ si $i = j$; esto me permite escribir (2) bajo la forma siguiente:

$$b_{i1}x_1 + b_{i2}x_2 + b_{i3}x_3 + \dots + b_{in}x_n = c_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Supondré que este sistema tiene las propiedades siguientes:

$$a) 0 \leq b_{ii} \quad \forall i \quad b) b_{ij} \leq 0 \text{ si } i \neq j \quad \text{y} \quad c) 0 \leq c_i \quad \forall i \quad (4)$$

La segunda desigualdad se debe a que los coeficientes técnicos no son negativos mientras que la primera y la tercera son necesarias para producir al menos las cantidades consumidas de cada bien, respectivamente en cada industria y en el conjunto de las industrias. (Benitez, 2007)

Introduciendo la matriz $B = [b_{ij}]$ de $n \times n$ y las matrices $x = [x_i]$ y $c = [c_i]$ de $n \times 1$, el sistema (3) puede representarse mediante la ecuación matricial:

$$Bx = c \quad (5)$$

Esta fórmula resume las condiciones que deben ser satisfechas por el programa de producción x a fin de producir como excedente el conjunto de bienes c usando la tecnología definida por B . Es importante identificar las condiciones matemáticas que garantizan la validez de la proposición siguiente:

$$\text{Para todo } c \geq 0 \text{ el sistema (5) posee una sola solución } x \geq 0. \quad (6)_4$$

Con este propósito, es útil representar, para cada j , el determinante del j -ésimo menor principal de B con la notación D_j . Dicho menor es la matriz formada por la intersección de las primeras j columnas con las primeras j hileras de B . La relación entre estos determinantes y la proposición precedente se establece enseguida.

Teorema 1. La proposición (6) y la condición siguiente son equivalentes:

$$D_j > 0 \quad \forall j \quad (\text{H-S})$$

La equivalencia significa que cada proposición implica a la otra.⁵ El hecho de que una matriz de Leontief satisfaga (H-S) —o cualquier otra condición matemática

equivalente— ha sido interpretado económicamente, señalando que en este caso la tecnología correspondiente es "autosustentable", un concepto definido a continuación.

Definición 1. Una tecnología es "autosustentable" si cualquier conjunto de industrias que produce una unidad de un bien consume en este proceso, en forma directa e indirectamente (a través de los bienes producidos por el conjunto) en total menos de una unidad del mismo bien.

Esta definición está basada en la interpretación económica de (H-S) presentada en el trabajo ya mencionado de Hawkins y Simons (1949, p. 248), en Takayama (1985, p. 361) y en Dorfman, Samuelson y Solow (1987, p. 215). En la sección V presento algunos resultados que permiten apreciar de manera directa dicha interpretación.

Además del (4), el sistema (5) también satisface la condición siguiente:

$$b_{ii} \leq 1 \quad \forall i \quad (7)$$

debido a la misma razón que justifica (4 b). Sin embargo, el teorema 1 es válido para todos los sistemas de tipo (5) que satisfacen (4) aun si no verifican (7). Para identificar cada caso, hablaré del sistema (5) y de la matriz B para referirme al último caso y reservaré las expresiones "matriz de Leontief" y "sistema de Leontief" para los sistemas de tipo (5) que verifican (4) y (7). Por ejemplo, el sistema (6) $x = 1$ satisface (H-S) pero (6) no es una matriz de Leontief.

II. Triangulación del sistema (3)

Como es bien sabido, el método de Gauss para resolver (3) consiste en eliminar los términos situados bajo la diagonal principal procediendo sucesivamente por columnas a partir de la primera de ellas. Con este propósito, para cada columna j, la ecuación correspondiente se divide por su coeficiente en la diagonal principal (si no es cero),

luego se multiplica por el coeficiente de coordenadas (i, j) que debe ser eliminado y la ecuación resultante se sustrae de la ecuación i. Después de proceder en la primera columna del sistema (3), resulta el sistema siguiente:

$$\begin{aligned}
 & b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + \dots + b_{1n}x_n = c_1 \tag{8} \\
 & 0 \quad (b_{22} - b_{21}b_{12}/b_{11})x_2 + \dots + (b_{2n} - b_{21}b_{1n}/b_{11})x_n = c_2 - b_{21}c_1/b_{11} \\
 & \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\
 & 0 \quad (b_{n2} - b_{n1}b_{12}/b_{11})x_2 + \dots + (b_{nn} - b_{n1}b_{1n}/b_{11})x_n = c_n - b_{n1}c_1/b_{11}
 \end{aligned}$$

A fin de simplificar, introduciré el superíndice t (t = 1,2,...,n), el cual indica, si t = 1, que el coeficiente original (identificado en cada caso por los dos subíndices) no ha sido modificado. Si t > 1, dicho coeficiente habrá sido modificado por medio de las operaciones lineales requeridas para la eliminación de los términos situados bajo la diagonal principal en las primeras t - 1 columnas. Es conveniente observar que, para cada t > 1, las eliminaciones en la columna t - 1 afectan (además de los términos eliminados) sólo los coeficientes cuyos dos subíndices son mayores que t - 1. De acuerdo con esto, para cada t, los coeficientes b_{ij}^t y c_i^t están definidos sólo si $t \leq (i, j)$ y, por otra parte, si t > 1 debe ocurrir que $b_{t-1,t-1}^{t-1} \neq 0$. En este caso:

$$\text{a) } b_{ij}^t = b_{ij}^{t-1} - b_{i,t-1}^{t-1} b_{t-1,j}^{t-1} / b_{t-1,t-1}^{t-1} \quad \text{y} \quad \text{b) } c_i^t = c_i^{t-1} - b_{i,t-1}^{t-1} c_{t-1}^{t-1} / b_{t-1,t-1}^{t-1} \tag{9}$$

Por tanto, suponiendo que $b_{t-1,t-1}^{t-1} \neq 0$ para cada t < n, la eliminación en las primeras n - 1 columnas tiene como resultado el sistema siguiente:

$$\begin{aligned}
 & b_{11}^1 x_1 + b_{12}^1 x_2 + \dots + b_{1,n-1}^1 x_{n-1} + b_{1n}^1 x_n = c_1^1 \tag{10} \\
 & 0 \quad b_{22}^2 x_2 + \dots + b_{2,n-1}^2 x_{n-1} + b_{2n}^2 x_n = c_2^2 \\
 & 0 \quad 0 \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\
 & \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\
 & 0 \quad 0 \quad \dots \quad b_{n-1,n-1}^{n-1} x_{n-1} + b_{n-1,n}^{n-1} x_n = c_{n-1}^{n-1} \\
 & 0 \quad 0 \quad \dots \quad 0 \quad + b_{n,n}^n x_n = c_n^n
 \end{aligned}$$

Los coeficientes de esta matriz presentan la relación expuesta a continuación.

Teorema 2. Las dos proposiciones siguientes son equivalentes: (Benitez, 2007)

$$\text{Para cualquier } t \text{ tal que } t \leq (i,j): \text{ a) } b_{ij}^t \geq b_{ij}^{t-1} > 0 \text{ si } i = j, \quad (11)$$

$$\text{b) } b_{ij}^t \leq b_{ij}^{t-1} \leq 0 \text{ si } i \neq j \text{ y c) } c_i^t \geq c_i^{t-1} \geq 0 \forall i.$$

$$0 < b_{ij}^t \quad \forall t \quad (12)$$

Prueba. Obviamente (11 a) implica (12). Por otra parte (12), junto con (4 b) y (4 c) implica que (11) también se verifica en la primera ecuación de (10). El supuesto de que esto no es así en al menos una de las otras ecuaciones lleva a una contradicción. En efecto, sea t la primera ecuación de (10), en el orden natural, para la cual (11) no es verdad; entonces (11) es válida para $t - 1$. Como $t \leq (i, y)$ tenemos $t - 1 \neq (i, j)$ de tal manera que $b_{i,t-1} \leq 0$ y $b_{t-1,j} \leq 0$ de acuerdo con (11 b); por tanto, se sigue de (9 a) que $b_{ijt-1} \leq b_{ijt-2}$. Este resultado y el hecho de que (11) es válida para $t - 1$ implica (11 b) y la primera desigualdad en (11 a), la segunda desigualdad de (11 a) se debe a (12), lo cual demuestra que (11) se verifica en el lado izquierdo de la t -ésima ecuación. En forma análoga, la validez de (11) para $t - 1$ implica que $-b_{it-1} \leq -b_{it-2}$ y $-b_{t-1,j} \leq -b_{t-2,j}$ por lo cual $c_{it-1} \geq c_{it-2}$ de acuerdo con (9 b). Este resultado y el hecho de que (11 c) es válida para $t - 1$ implica que (11 c) es válida para t , contradiciendo el supuesto de que (11) no se cumple, con lo que termina la prueba.

III.Coordenadas nulas y superiores a cero en la solución de (3)

Dado un c particular, sólo se debe de producir aquellos bienes requeridos para obtener en excedente exactamente el vector c . Por esta razón, como ya indiqué anteriormente, es de esperarse que en la solución del sistema (5), las cantidades mayores que cero correspondan a los bienes producidos en excedente y también a aquellos necesarios para

la producción de éstos, mientras que los ceros quedan asignados a los demás bienes. Sin embargo, el teorema 1 dice solamente que hay una solución no negativa para (5), sin especificar la asignación de los dos tipos de cantidades entre los distintos bienes.

En esta sección voy a presentar un procedimiento original para demostrar una proposición que implica el teorema 1. Dicho procedimiento permite al mismo tiempo verificar que la solución matemática corresponde a la intuición económica, cuyo contenido se enuncia en la proposición siguiente.

Para cada:

$c \geq 0$ hay una sola solución particular x para (3) en la que $x_i > 0$ si: a) $c_i > 0$, y también si: b) i produce un bien j tal que $c_j > 0$. Además, $x_i = 0$ si: c) i no verifica a) ni b). (13)

Con ese propósito, probaré enseguida un resultado equivalente al teorema 1 siguiendo un procedimiento original.

Teorema 3. Las proposiciones (11) y (13) son equivalentes.

Prueba. I) Probaré que (13) \Rightarrow (11) mediante inducción sobre el índice t . Para ello, consideraré un $c > 0$ particular tal que, de acuerdo con (13 a), el sistema (3) correspondiente posee una solución única $x > 0$. I a) (11) es válida para $t = 1$: (11 b) y (11 c) son verificadas respectivamente por (4 b) y (4 c). Estos resultados y los supuestos de que $c_1 > 0$ y $x > 0$ implican que $b_{11} > 0$ según la primera ecuación de (10), lo cual demuestra (11 a). I b) Si (11) se verifica para un $t - 1$ tal que $1 \leq t - 1 < n$ entonces también es válida para t : como $t \leq (i, j)$ tenemos que $t - 1 \neq (i, j)$ por lo que $b_{1, t-1, t-1} \leq 0$ y $b_{t-1, j, t-1} \leq 0$ de acuerdo con (11 b), también debido a (11 a) tenemos $b_{t-1, t-1, t-1} > 0$ y de (11 c) se infiere que $c_{t-1, t-1} \geq 0$. Entonces, se concluye de (9 a) y (9 b) respectivamente que $b_{ij, t} \leq b_{ij, t-1}$ y $c_{ij, t} \geq c_{ij, t-1}$. A su vez, estos resultados y el supuesto de que (11) es verificado por $t - 1$ implican (11 b) y (11 c) para el índice t . Por tanto,

como $x > 0$ y $ct > 0$ podemos comprobar por medio de la t-ésima ecuación de (10) que $b_{tt} > 0$, lo cual valida (11 a).

II) Probaré que (11) \Rightarrow (13) mediante inducción sobre el índice n . II a) Si $n = 1$, (11 a) \Rightarrow $b_{11} > 0$ lo que permite escribir (3) bajo la forma $x_1 = c_1 / b_{11}$, con ello se puede verificar (13) fácilmente. II b) Si (11) \Rightarrow (13) en un sistema con $n - 1$ ecuaciones en el cual $1 \leq n - 1 < n$, entonces esto ocurre también en un sistema con n ecuaciones. En efecto, si (3) verifica (11) tenemos $b_{11} > 0$, de tal forma que se puede realizar la primera eliminación gaussiana. Esto implica que (3) es equivalente al sistema integrado por su primera ecuación y por el sistema formado por las restantes $n - 1$ ecuaciones (S_{n-1}), que no contienen la variable x_1 , mismo que se presenta en (8). El sistema (10) muestra que si (3) satisface (11) también lo hace S_{n-1} . Debido a ello, puedo suponer que S_{n-1} verifica (13) por lo que esta proposición se ve satisfecha por cada $i > 1$. Para probar que esto implica que el índice $i = 1$ verifica (13) podemos escribir la primera ecuación bajo la forma $x_1 = (c_1 - \sum_{i=2}^n b_{1i} x_i) / b_{11}$. Dado que (13) se verifica en S_{n-1} , el numerador en el lado derecho de la ecuación es mayor que cero si el primer índice satisface (13 a). También si sólo satisface (13 b): en este caso $b_{1i} > 0$ para al menos un $i > 1$ que verifica (13 a) o (13 b), así que $b_{1i} x_i < 0$. En consecuencia, en ambos casos $x_1 > 0$. Finalmente, si el primer índice satisface (13 c) se tiene que $b_{1i} = 0$ para cada $i > 1$ que valida (13 a) o (13 b) (de otra forma el índice 1 comprobaría 13 b). Además, $c_1 = 0$ y $x_1 = 0$ para cada $i > 1$ que no verifica (13 a) ni tampoco (13 b). En consecuencia, el numerador que se acaba de mencionar es igual a cero de tal manera que $x_1 = 0$. Por tanto, (11) \Rightarrow (13), con lo que termina la prueba.

Las proposiciones (6), (H-S), (11), (12) y (13) son equivalentes, como se puede establecer a partir de los teoremas 1, 2, 3 y de la proposición siguiente.

Teorema 4. (H-S) es equivalente a (12).

Prueba. El determinante del primer menor es igual al único coeficiente del mismo, mientras que, si (12) se verifica, el determinante de cada uno de los otros menores principales de B es igual al producto de los coeficientes de la diagonal principal de la forma triangular del menor concernido. En consecuencia,

$$a) D_1 = b_{11}^1 \quad y \quad b) D_t = b_{11}^1 b_{22}^2 \dots b_{tt}^t \quad \forall t > 1 \quad (14)$$

En consecuencia (12) \Rightarrow (H-S). Por otra parte, si se verifica (H-S) ocurre lo mismo con (14 b) y, además:

$$b_{tt}^t = D_t / D_{t-1} \quad \forall t > 1 \quad (15)$$

esta proposición y (14 a) muestran que (H-S) \Rightarrow (12), terminando la prueba.⁶

IV. Tecnologías "autosustentables" y la condición (12)

Dada una matriz de Leontief B, para cada j sea c (j) la matriz de n X 1 en la que $c_j = 1$ y $c_i = 0 \quad \forall i \neq j$. Por otra parte, sea x (j) = (x_{ij}) la matriz de n X 1 que satisface la ecuación:

$$Bx(j) = c(j) \quad (16j)$$

Para cada j esta ecuación matricial corresponde a un programa de producción que obtiene a su término exactamente la colección de bienes invertida al principio excepto por la cantidad de j que aumenta en una unidad. Esta observación me permite formular las conclusiones siguientes: i) si $i \neq j$, la cantidad total de i requerida para producir x_{jj} unidades de j es x_{ij}, y ii) la cantidad total de j requerida para producir x_{jj} unidades de j es x_{jj} - 1.

De acuerdo con la sección III, las tecnologías "autosustentables" verifican (13). Esta proposición y la j-ésima ecuación del sistema (16j) implica que $x_j \geq 1$ y también que la igualdad se verifica sólo si j no se produce a sí mismo. Entonces, de ii) y del supuesto de rendimientos constantes a escala, se infiere que para cada j , la cantidad total de j requerida para producir una unidad de j es $(x_{jj} - 1) / x_{jj} = 1 - 1/x_{jj}$. En consecuencia, la cantidad de j producida en excedente (después de descontar la cantidad consumida de j) en la producción de una unidad de j es determinada por $1 - (1 - 1/x_{jj}) = 1/x_{jj}$. Concluyo, por tanto, que en estas tecnologías:

$$0 < 1/x_{jj} \leq 1 \quad \forall j \tag{17}$$

Que es equivalente a:

$$0 \leq 1 - 1/x_{jj} < 1 \quad \forall j \tag{18}$$

La estrecha relación entre las condiciones (12) y (18) en una matriz de Leontief puede ser apreciada en el teorema siguiente y en su corolario. Conviene mencionar que el teorema es válido para todos los bienes porque el último índice puede ser asignado a cualquier bien.⁷

Teorema 5. En la forma triangular de una matriz de Leontief, el coeficiente del lado izquierdo en la última ecuación es igual a la cantidad del bien correspondiente, obtenida como excedente después de remplazar la cantidad total de este bien consumida en la producción de una de sus unidades.

Prueba. Consideraré la forma (10) correspondiente al sistema (16 n), a fin de mostrar que:

$$b_{nn} = 1/x_{nn} \tag{19}$$

Con este propósito es conveniente verificar que $c_{nn} = 1$: si $n = 1$, entonces $c_{nn} = c(1) = 1$ y si $n > 1$, el supuesto de que $c_{nn} \neq 1$ implica una contradicción. En efecto, sea i el primer índice en el orden natural que satisface $c_{it} \neq c_{it-1}$ para un cierto $t > 1$; de acuerdo con (9 b), esto es posible sólo si $c_{t-1t-1} \neq 0$. Sin embargo, c_{t-1t-1} está definido sólo si $t \leq i$; de ahí que $t - 1 < i$. Como $t - 1 < n$, $c_{t-1t-1} = 0$ por lo que $c_{t-1t-1} \neq c_{t-1t-1}$ en contradicción con el supuesto hecho sobre i . Por tanto, sustituyendo c_{nn} por 1 en la última ecuación del sistema (10) correspondiente y resolviendo para b_{nn} da como resultado (19), terminando la prueba.

De acuerdo con (19) y (17), si la tecnología es "autosustentable", entonces:

$$0 < b_{nn}^n \leq 1 \tag{20}$$

La estricta desigualdad y la igualdad en el lado derecho de (20) se verifican respectivamente si n se produce y si no se produce a sí misma. Además, si $b_{nn} \leq 0$, para obtener una unidad del bien correspondiente el consumo del mismo bien tendría que ser al menos igual a una unidad.

El teorema 5 permite interpretar económicamente cada uno de los coeficientes en la diagonal principal (10). Con este propósito, es útil considerar para cada t el sistema de ecuaciones (21 t), el cual resulta después de borrar en (16 t) todos los términos en los que aparece al menos uno de los últimos $n - t$ índices. Este sistema representa una economía que produce en excedente una unidad de t y cero unidades de los primeros $t - 1$ bienes (si $t > 1$). Es conveniente observar que la forma triangular de (21 t) es el sistema que resta después de borrar la últimas $n - t$ filas y las últimas $n - t$ columnas en la forma triangular correspondiente al sistema (16 t). Esto significa que el sistema resultante es similar al sistema (10) que corresponde a (15 n), excepto por el hecho de

que el último tiene n ecuaciones en vez de t . En consecuencia, el teorema 5 es también válido para $(21 t)$, de tal forma que si se verifica (H-S) obtenemos:

$$0 < b_{\pi}^t \leq 1 \quad \forall t \quad (22)$$

La desigualdad de la izquierda se debe al teorema 4. Bajo estas condiciones, de acuerdo con el teorema 5, b_{π}^t es igual a la cantidad de t obtenida como excedente después de reemplazar la totalidad de este bien consumida en la producción de una de sus unidades en $(21 t)$. La diferencia entre esta cantidad y el monto total de t consumida en las primeras t industrias en $(16 t)$ consiste en la cantidad de t consumida por este conjunto de industrias a partir de los últimos $n - t$ bienes, ya que ellos no existen en $(21 t)$. Llegamos así a la conclusión siguiente.

Corolario al Teorema 5. Para cada t , b_{π}^t es igual a la cantidad de t obtenida en excedente en la producción de una unidad de t , después de reemplazar el monto del mismo bien consumido en las primeras t industrias, cuando la cantidad consumida a través de las últimas $n - t$ industrias no está incluida.

Este resultado permite calcular, dado un conjunto D , el monto de cada j cuyo índice pertenece a D , que es consumido para producir una unidad de j en las D industrias que producen este bien, independientemente de la cantidad de j consumida en las otras $n - D$ industrias. Es suficiente asignar los primeros D índices a los bienes en D y, sucesivamente, el índice D a cada uno de estos bienes, realizando cada vez la triangulación correspondiente. La cantidad consumida en este caso es igual a $1 - b_{\pi}^D$.

Por tanto, como (22) puede escribirse en la forma $1 > 1 - b_{\pi}^t > 0 \quad \forall t$, el corolario permite expresar la definición 1 en términos matemáticos más directamente que (H-S).

V. Otra formulación de (H-S)

La proposición siguiente presenta una propiedad particular de las matrices de Leontief.

Lema 1. Una matriz de Leontief verifica (H-S) si y sólo si:

$$1 \geq D_1 \geq D_2 \dots \geq D_n > 0 \tag{23}$$

Prueba. Si una matriz de Leontief satisface (23), también verifica (H-S). En este caso, la desigualdad del extremo derecho es válida y, con base en (14) y (22) podemos inferir la primera desigualdad (empezando por la izquierda) en (23), mientras que las otras son establecidas sucesivamente a partir de $t = 2$ sobre la base de (15) y (22), terminando la prueba.

Como $D_1 = 1 - a_{11}$ mientras que (15) se verifica para cada $t > 1$, se sigue que (23) es necesaria para (22), una condición cuya interpretación económica es presentada en el corolario al teorema 5. Por esta razón, también se puede decir que (23) es necesaria para que en la producción de cada bien t la cantidad total del bien consumido en las primeras t industrias (sin considerar el consumo realizado en las otras $n - t$ industrias) es menos de una unidad.

La siguiente proposición es similar a (23), pero es válida para todas las matrices de tipo B y no solamente para las matrices de Leontief.

Teorema 6. Sea $k = \max \{1, b_{11}, b_{22}, \dots, b_{nn}\}$. (H-S) es equivalente a:

$$1 \geq (1/k)D_1 \geq (1/k)^2 D_2 \dots \geq (1/k)^n D_n > 0 \tag{24}$$

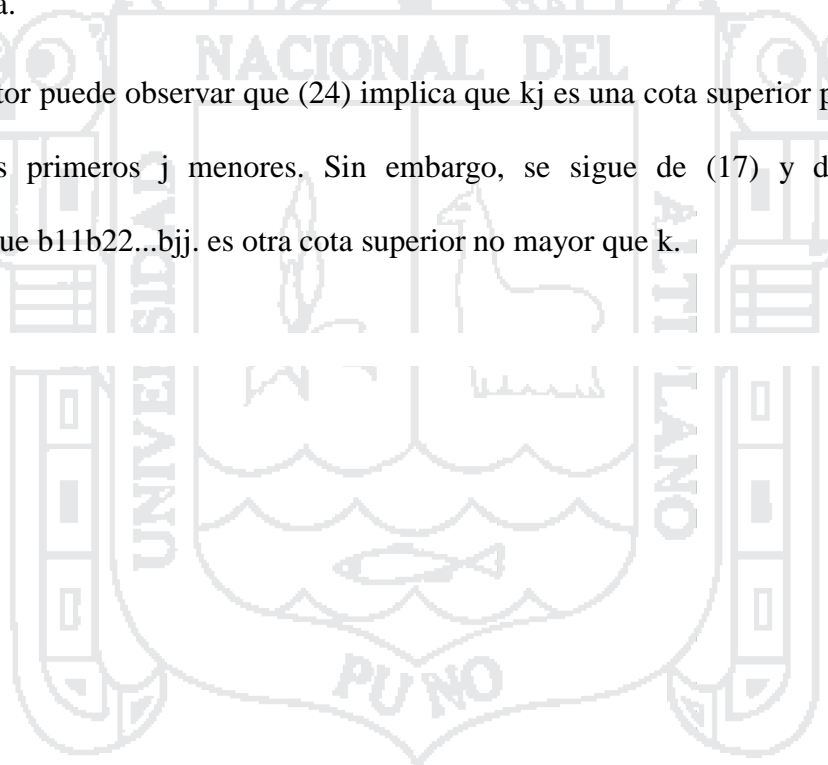
Prueba. Puesto que $k > 0$, (24) implica (H-S). Multiplicando B por $1/k$ resulta la matriz $B^* = [b_{ij}^*]$, en la cual $b_{ij}^* = (1/k) b_{ij} \forall (i, j)$. Es conveniente observar que B^* satisface (4 a), (4 b) y (7). Para cada j , sea D_j^* el j -ésimo menor principal de B^* .

Puesto que el determinante de una matriz de $j \times j$, multiplicado por un número $(1/k)$, es igual al determinante de la matriz original multiplicado por $(1/k)^j$, obtenemos:

$$D_j^* = (1/k)^j D_j \quad \forall j \quad (25)$$

Entonces, si B satisface (H-S), también lo hace B^* . Por esta razón, dadas las otras propiedades ya mencionadas, B^* satisface las condiciones del lema 1. En consecuencia, $1 \geq D_1^* \geq D_2^* \dots \geq D_n^*$. Una vez hechas en esta fórmula las correspondientes sustituciones de acuerdo con (25), se obtiene (24), terminando la prueba.

El lector puede observar que (24) implica que k^j es una cota superior para la magnitud de los primeros j menores. Sin embargo, se sigue de (17) y de la definición de k que $b_{11}b_{22} \dots b_{jj}$ es otra cota superior no mayor que k .



CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. OFERTA Y DEMANDA ENERGÉTICA.

A continuación, se pretende analizar el balance energético entre la producción y la demanda del Balance Nacional de Energía del Perú, aplicando la metodología del Modelo De proyección (Neuro Difuso) en el presente trabajo de tesis.

Por otro lado, se realizará un análisis que tendrá el objetivo de auxiliar en la toma de decisiones, desarrollar planes estratégicos para el mercado consumidor, además de servir como un modelo para el mercado energético, sujeto a los posibles cambios que podrán ocurrir en el futuro. Tal es así, que la herramienta utilizada para el desarrollo del balance energético entre la producción y demanda energética, se basa en la metodología propuesta de Redes Neuronales Difusas.

En el contexto del planeamiento energético, la perspectiva del aumento de la participación de los energéticos en la matriz energética posee como mérito la capacidad de reducción de la dependencia del petróleo y sus derivados, así como el régimen hidrológico. Cuando se habla de sustitución de energéticos tradicionales,

también es abordada referente al planeamiento ambiental, donde se debe destacar que generar energía produce costos ambientales y que las tecnologías utilizadas deben ser las eficientes posibles para lograr una estrategia energética, incorporando no solamente aspectos técnicos-económicos, sino también aspectos socio-ambientales. De esta forma, observamos que la estrategia de la construcción de plantas térmicas se encaja en el contexto de la óptica de los inversionistas privados, ya que ellos tienen la visión de la menor necesidad de aporte de capital inicial y de menor tiempo de recuperación del capital invertido, cuando es abordada la cuestión por el aspecto técnico-económico.

Con respecto al aspecto socio-ambiental, se puede atender a la demanda de forma más suave, sin grandes saltos de oferta, redundando en menores impactos, teniendo en vista los cambios necesarios en ciudades, pequeños pueblos, inundación de regiones, cambios en el ecosistema, desvío del cauce de un río, entre otros.

En el contexto del planeamiento económico, la principal ventaja de aumentar la participación de energéticos alternativos en la matriz energética peruana, es el aprovechamiento de estos recursos, lo que posibilitaría principalmente en la mejora del nivel de vida de la población, reducción del precio de la electricidad y modernización de la industria interna.

En el contexto de la política de integración, el energético gas natural puede ser visto como una fuente inductora de generación de riqueza, cuando se tiene la posibilidad de exploración de reservas, sea en los lotes cercanos al lote 88 (San Martín y Cashiriari), propiciando una descentralización del desarrollo económico de las regiones, además de la futura integración nacional cuando se considera la localización de los gaseoductos.

Según el modelo híbrido propuesto, se tiene resultados globales respecto al balance energético entre la producción y la demanda energética en el Perú.

5.2. INFLUENCIA DEL GAS NATURAL

El petróleo probablemente continuará siendo la fuente energética predominante por las próximas décadas, no solamente en el Perú, sino también en varios países del mundo, tal es así que según el modelo de proyección aplicado, se espera que para los próximos años tenga un crecimiento de 6% anual promedio. En el año 2014 se prevé una producción de 30 millones de barriles, pero para los próximos 10 años esta producción se verá reducida a 18 millones de barriles. Se espera para el caso peruano, el gas natural y energéticos renovables logren posicionarse en la composición de la matriz energética peruana en los próximos 10 años, tomando el lugar del petróleo, porque el gas natural y energéticos renovables son las fuentes de energía que presentarán un mayor crecimiento respecto a la producción en el mundo. Se espera que ello ocurra también en el Perú.

Los primeros años, según experiencias de países vecinos, será fundamental para poder lograr los cambios significativos en la matriz energética peruana y la diversificación del consumo del gas natural, energía solar, eólica y otros en el mercado interno. Se espera que el Perú, con el soporte de poseer reservas importantes de gas natural, solar, eólica, biomasa y otros, consiga que la demanda y la llamada impulso del consumo de energéticos alternativos al petróleo se consoliden, ya que, sin ninguna duda, ello producirá efectos duraderos en la economía peruana.

En la tabla 6.1, se muestra el desarrollo interno del consumo de gas natural. Argentina se caracteriza por ser el país que posee el mercado del gas natural más desarrollado. Ello hace que la diversificación del consumo de este energético sea

mucho mejor con respecto a los otros países. Venezuela, Colombia y Brasil, ya puede hablar que sus mercados están dando los pasos firmes para seguir consolidando y conseguir la masificación de este energético, eso mediante planes estratégicos elaborado por sus entidades gubernamentales. En los otros países (Chile, Bolivia y Perú), la diversificación aún no está bien desarrollada, pero se espera que ello ocurra en los próximos años.

Actualmente la participación del gas natural y energéticos alternativos (solar, eólica, biomasa y otros) en la matriz energética peruana, referente al consumo final, es muy baja. Por ejemplo, en el año 2010 se estima en 0.45% (MEM, 2010) y en el año 2011 alcanzó el valor de 0.66% (MEM, 2011). Por ello, se espera que la producción y oferta de las reservas de Camisea pueda motivar la masificación del consumo del gas natural en el mercado peruano, para conseguir el incremento de su participación en la diversificación de la matriz energética.

TABLA 5.1:
CONSUMO DEL GN POR SECTORES EN PAÍSES SUDAMERICANOS (2010)^(a)

Sectores (a)	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Perú	Venezuel a
Generación Eléctrica (%)	38	47	26	08	62	90	36
Industrial (%)	28	53	63	79	26	10	56
Transporte (%)	06	---	07	---	01	---	---
Residencial (%)	28	---	04	13	11	---	08
Total (b)	83.01	3.29	37.53	17.81	16.70	1.10	74.79
Total (c)	30.30	1.20	13.70	6.50	6.10	0.40	27.30

(a) : Balances Energéticos Nacionales

- (b) : millones de m³/d
- (c) : mil millones de m³/año
- (d) : fuente: www.bp.com

La actual formación de la matriz energética peruana se caracteriza fundamentalmente por una gran presencia del consumo del petróleo y energía hidráulica, además del consumo rural de la leña, bosta y yareta. Respecto a las energías renovables (solar, eólico, biomasa y otros) ese consumo es muy bajo.

La producción de gas natural y sus derivados especialmente de las reservas de Camisea y Pagoreni van a ser de una gran importancia que va a ser vital para la economía peruana. Existe la necesidad de presentarse propuestas y alternativas en la utilización de este energético que posiblemente mudará el padrón del consumo de energía basado en el petróleo y sus derivados, recurso no renovable que cada día tienen que ser importados en cantidades crecientes. Con el gas natural de Camisea y Pagoreni y la posibilidad de inyectar a la matriz energética las energías renovables se tendrá la posibilidad de disminuir y revertir los saldos negativos de la balanza comercial de hidrocarburos.

Según la información obtenida del Balance Nacional de Energía del Perú, la producción de gas natural es la siguiente:

Tabla 5.2.**Producción de Gas Natural en el Perú**

Producción de Gas Natural

(millones de metros cúbicos)

AÑOS	PRODUCCIÓN
2006	8002
2007	10454
2008	18565
2009	28450
2010	31120
2011	38774
2012	43000
2013	48025

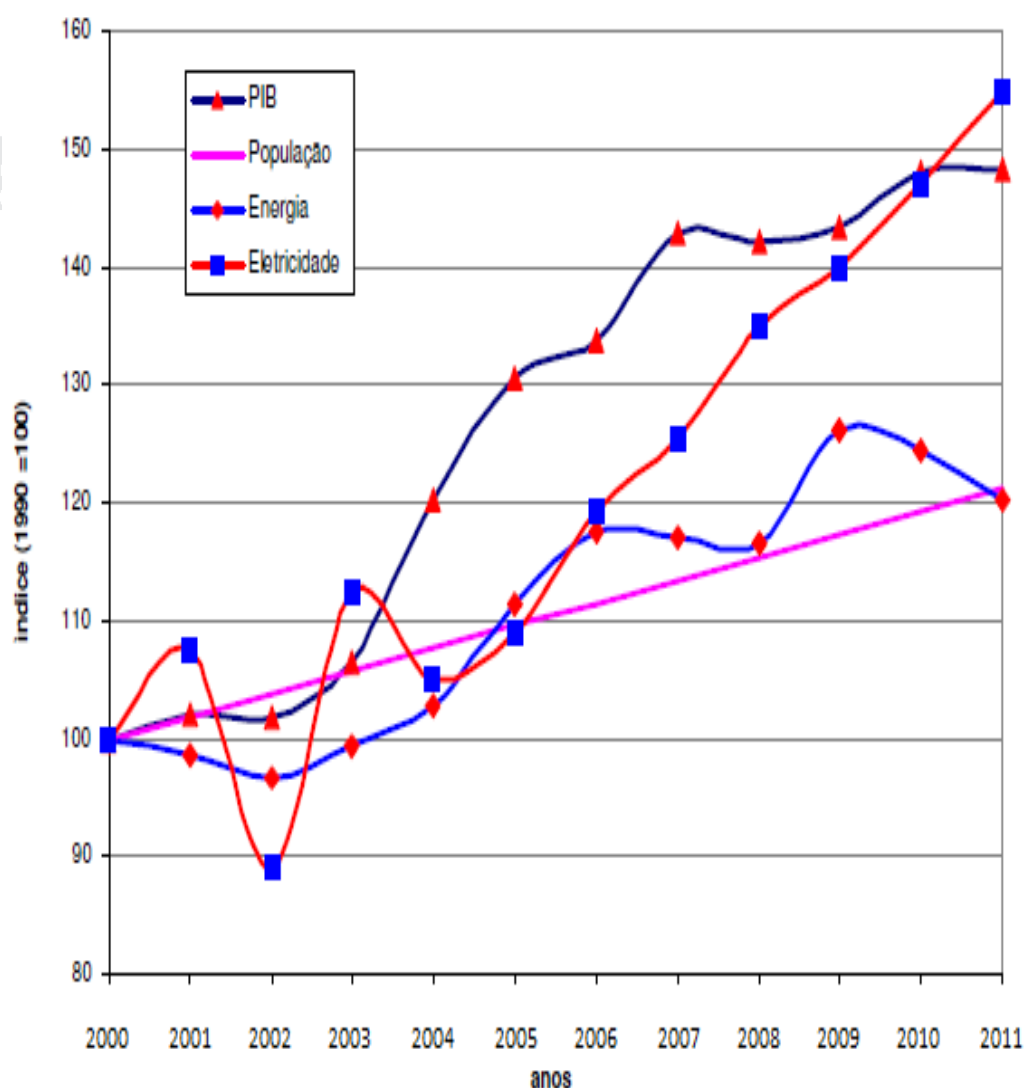
Fuente: Elaboración propia con datos del BNE de Perú.

La importancia de una política energética para el establecimiento de una cultura del consumo del gas natural en los diferentes sectores demandantes potenciales tendrá que ser efectuada, ya que la oferta de este energético prácticamente está garantizada para los próximos años, eso gracias a las reservas descubiertas de Camisea y Pagoreni.

Se espera en las próximas décadas, que el uso del gas natural pase por una serie de transformaciones significativas, debido a los importantes avances tecnológicos que se desarrollan para la exploración, transporte, transformación y el consumo de este energético. El elevado costo inicial de inversión en la tecnología pueden ser una barrera para el desarrollo del gas natural en los sectores consumidores del Perú, pero se espera que la reducción de estos costos disminuyan en el corto plazo. En el

desarrollo del mercado del gas natural se envuelve muchos aspectos y factores y por ello el crecimiento del consumo de este energético acompañara las tendencias de otros indicadores, tales como: PBI, población, energía y electricidad (ANP, 2010).

FIGURA 5.1.
CRECIMIENTO DEL PBI, CONSUMO DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD.



Fuente: elaboración propia con datos de la Revista Energía y Economía (2011) de la Editorial ESPE.

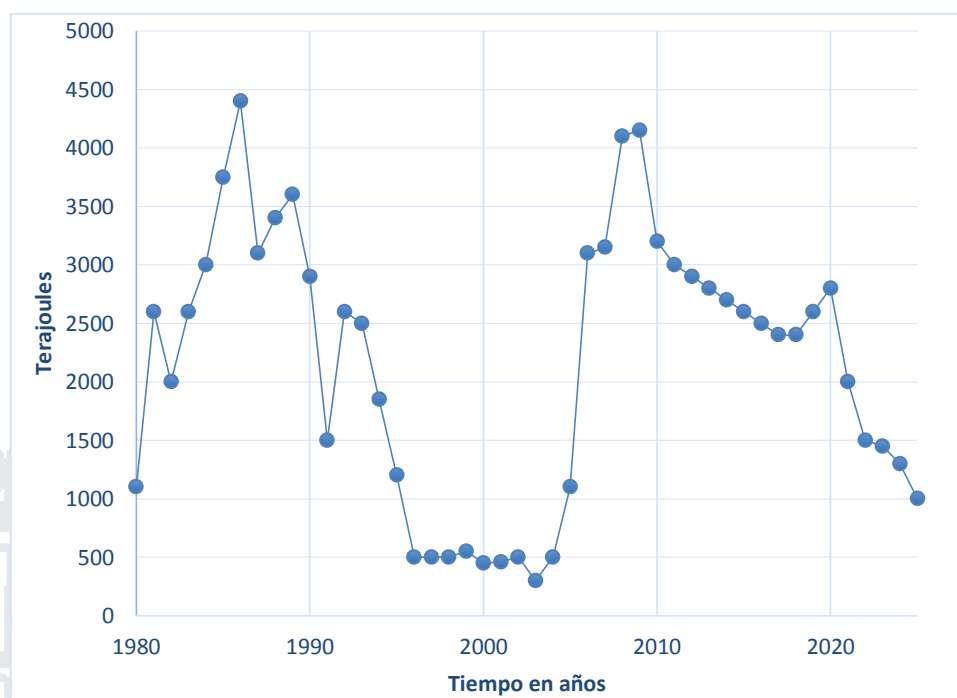
En la figura 5.1, se muestra el histórico reciente del consumo de energía y sus vínculos como el desempeño de la economía peruana. Se considera índice en base 100, el PBI creció aproximadamente 50% desde 2000 hasta el año 2011, por otro lado el consumo de energía se incrementó en 20% y finalmente el crecimiento demográfico fue de 20%. En el Perú, existe una gran diferencia entre el crecimiento del PBI y el consumo de energía, debido principalmente al mayor sector productivo, responsable por el crecimiento de la producción es el sector minero. La exportación de materia prima, hace con que el consumo de energía no siga creciendo al mismo ritmo que el PBI, eso debido a que la industria no produce gran valor agregado de los productos mineros. Por otro lado, el crecimiento demográfico acompaña razonablemente al consumo de energía, eso porque la producción de energía es consumida en gran porcentaje por la población, y no es utilizada para procesos productivos. Vale resaltar, que la demanda de energía eléctrica peruana superó las tasas de crecimiento del PBI, a partir del año 2000, y del consumo total de energía a partir del año 2002.

5.3. ANALISIS DE LA OFERTA ENERGÉTICA

Para la proyección mediante el modelo de proyección, para el caso de producción de energía primaria de carbón mineral, se realizó para 10 años. Se observa en la figura 5.19 en color rojo los datos originales del Balance Nacional de Energía y en color azul la proyección que realiza el Modelo De proyección planteado en el presente trabajo de tesis. Se demuestra objetivamente que la producción de energía primaria referente al carbón tiene una tendencia creciente, lo cual es ratificado por el modelo de proyección, donde puede observarse que a partir del año 2011, las proyecciones de producción del energético carbón mineral tienen una tendencia positiva creciente.

FIGURA 5.2.

**PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA DE CARBÓN
MINERAL**

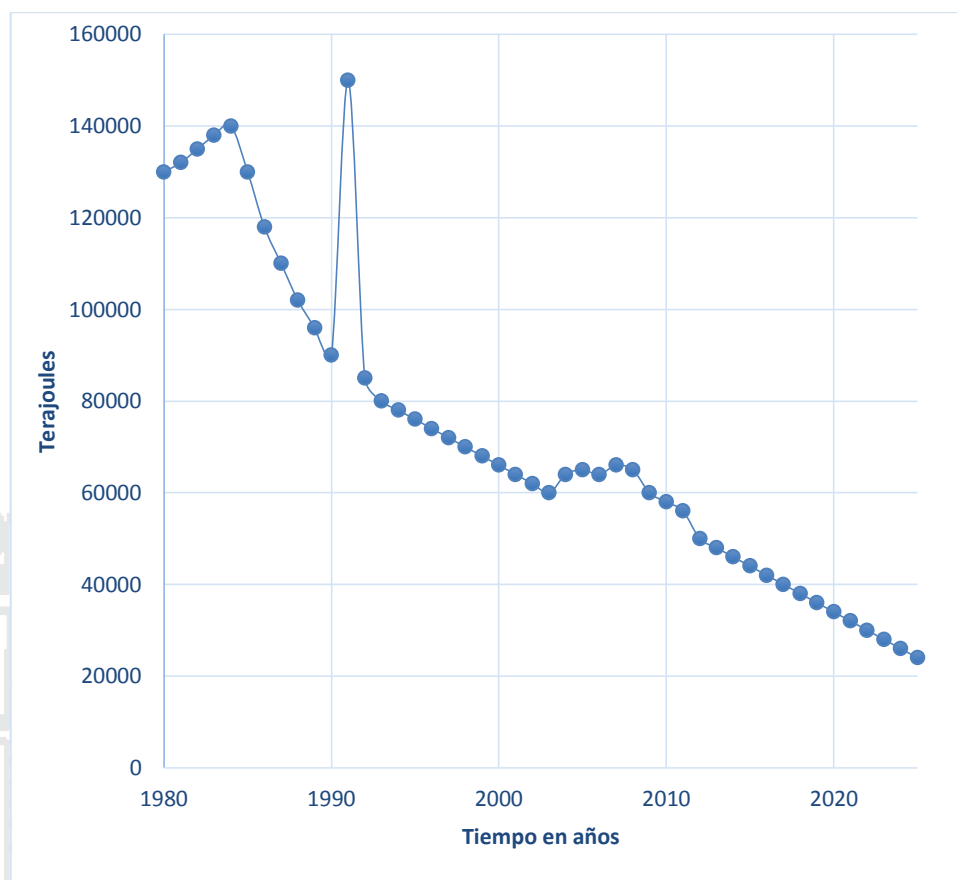


Fuente: Resultados obtenidos de modelo de proyección.

En la figura 5.20, podemos observar que el modelo de proyección propuesto, genera información proyectada para 11 años de una manera razonable, es decir desde los años 2011 al año 2022. Cabe indicar que la constante disminución de la producción primaria de este energético, debe ser promovido mediante políticas estatales, tributarias, ambientales y otros, los cuales impulsen a que este tipo de energético no sea depredado. Por otro lado, la tendencia mostrada se puede explicar debido a que en sectores rurales el consumo de leña ha disminuido debido a que dicha población la ha sustituido por el GLP, el cual es un energético mas limpio, barato y seguro..

FIGURA 5.3.

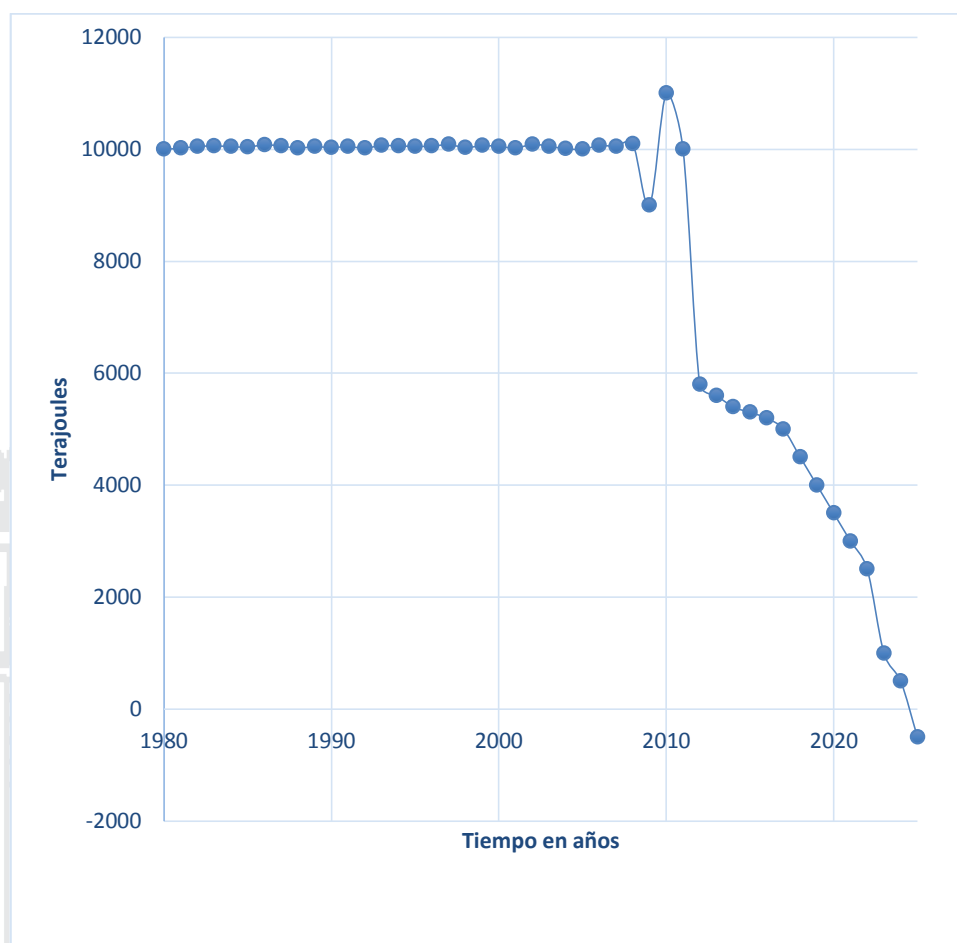
PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA DE LEÑA



Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

Para el caso de la Bosta y Yareta, que son energéticos calificados y producidos exclusivamente en zonas rurales, por tal origen es que esta es relativamente independiente de factores externos, tal es así que la tendencia es constante en forma decreciente. Para el caso de la figura 5.3, se puede observar que la proyección utilizando el modelo de proyección propuesto mantiene una tendencia decreciente, ello debido a que la población esta asumiendo un rol importante del cuidado del medio ambiente, mediante el uso de otro tipo de energéticos, tales como el GLP, gas natural y energéticos renovables prioritariamente.

FIGURA 5.4.
PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA DE
BOSTA&YARETA

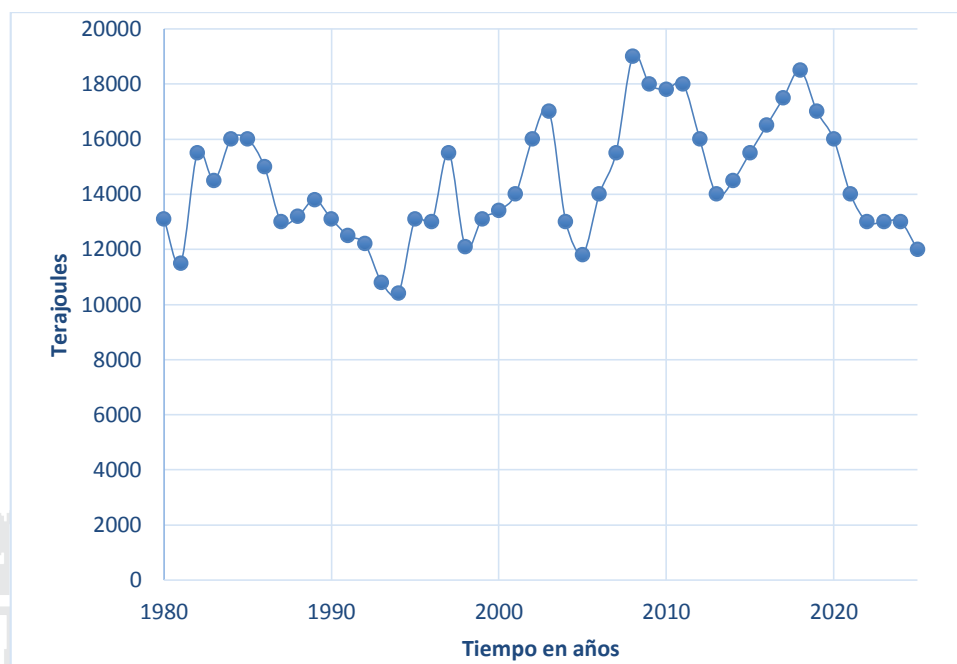


Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

El energético bagazo, como es conocido proviene de los rezagos de la producción de caña de azúcar. Tal como se muestra en la figura 5.4, la proyección desarrollada por el modelo de proyección es cíclica, tal como están los datos originales. Cabe indicar, que este tipo de energético tiene un comportamiento cíclico debido a que esta influenciada directamente por los cambios climáticos que se tiene en nuestro país. Dichos cambios climáticos, ocasiona que la producción de bagazo a partir de la caña de azúcar no sea constante.

FIGURA 5.5.

PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA DE BAGAZO

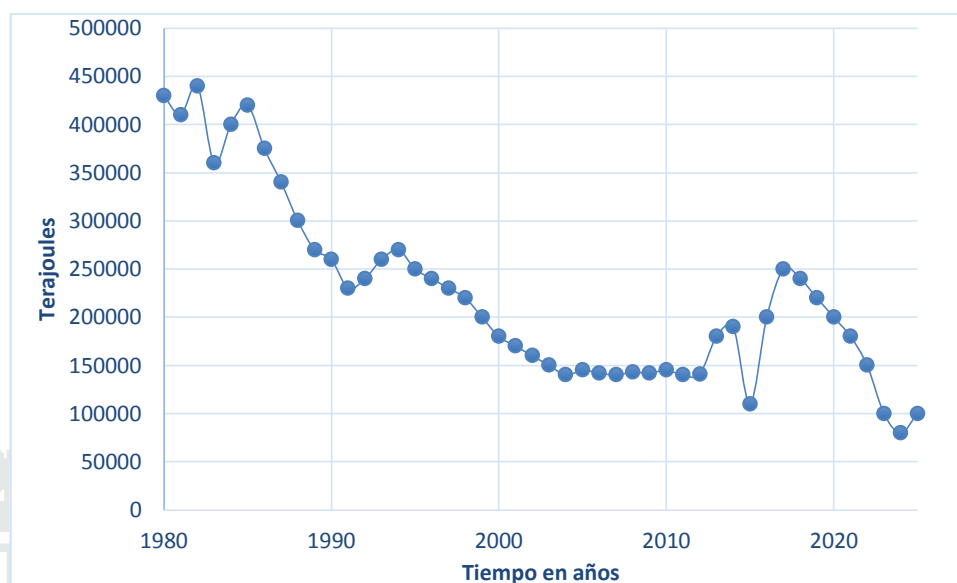


Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

El Perú, como país subdesarrollado y dependiente de energéticos importado, tiene una tendencia decreciente referente a la producción de petróleo crudo, el cual según el Balance Nacional de Energía es fuente primaria. El modelo de proyección proyecta de forma razonable desde el año 2011 hasta el 2022 la tendencia estable del ritmo de producción de este energético.. A partir del año 2013, se prevé que el Perú producirá 150 000 TJ de petróleo crudo, similar a los actuales 160 000 TJ. Posterior al año 2014, como se observa en la figura 5.5., la proyección del comportamiento de producción de petróleo crudo según el modelo de proyección no sufre una amplificación creciente o decreciente del ritmo de producción de este energético primario.

FIGURA 5.6.

**PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA DE PETRÓLEO
CRUDO**



Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

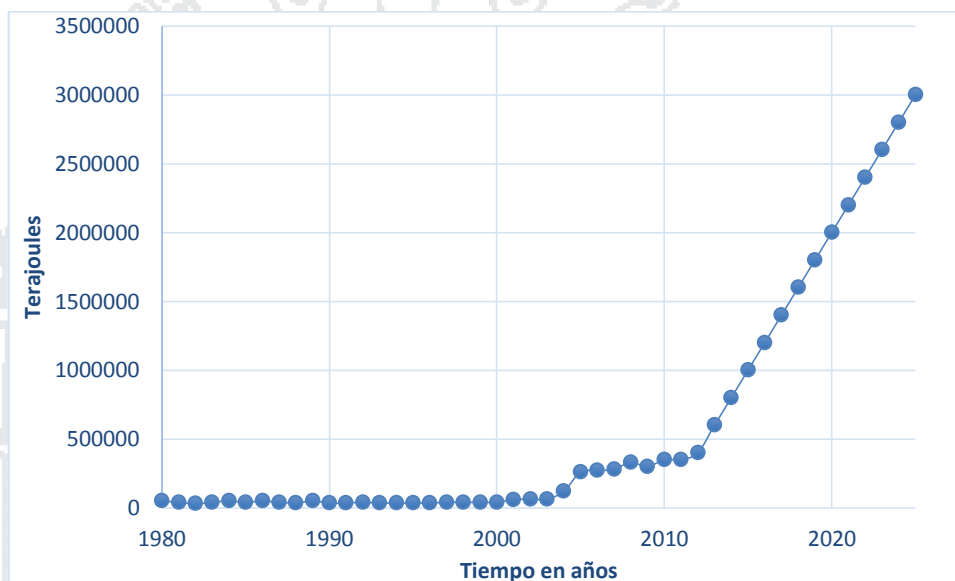
En el Perú, la industria de gas natural en el Perú fue poco desarrollada hasta antes del inicio del Proyecto Camisea. Anteriormente a la explotación de las reservas de Camisea la industria de gas natural se desarrolló básicamente en Talara y Aguaytía. La puesta en marcha del proyecto Camisea, en agosto de 2004, significó el más grande paso dado por el país para su independencia energética, básica para su desarrollo económico.

Actualmente, en el país, el gas natural se utiliza mayormente en la generación de energía eléctrica, desplazando a otros combustibles como el petróleo, el GLP y el carbón para generarla, con resultados positivos para todos los usuarios finales. Igualmente ha beneficiado al sector industrial, residencial y transporte, ya que como combustible es más barato que los otros que existen en el mercado, generando mayor ahorro y/o utilidades. Por estas razones el mercado de gas natural ha evolucionado

rápidamente. El número de consumidores y su demanda crecen en la medida que se expande la red de distribución, consolidándose el desarrollo de esta industria.

FIGURA 5.7.

**PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA DE GAS
NATURAL**



Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

Desde el año 2000 hasta el 2004, año de inicio de la operación de Camisea, el gobierno promulgo nuevos reglamentos, modifico los existentes y adapto los contratos de licencia y concesión con el objeto de apoyar en el desarrollo del proyecto. El apoyo decidido del gobierno permitió la operación de Camisea en el tiempo esperado pero dejo latentes problemas de impacto ambiental y manejo de comunidades que hasta hoy en día no están resueltos.

En el año 2005, el gobierno promovió cambios en los contratos de licencia, leyes y reglamentos para facilitar el proyecto de exportación de gas natural denominado Perú LNG. Para la ejecución de dicho proyecto se requería tener garantizado una reserva

mínima de gas natural de 4,4 TPC, lo cual no era posible alcanzar con los 2,4 TPC que tiene el yacimiento de Pagoreni por lo que se necesitaba que el lote 88 le ceda (mediante un contrato de venta) casi 2 TPC a Perú LNG para que este lo exporte libremente.

El contrato de licencia original del lote 88 permite la exportación del gas natural pero pone como una condición permanente que se garantice el abastecimiento del mercado interno para los siguientes 20 años, lo cual colocaba al proyecto de exportación en una posición de menor nivel respecto al mercado interno.

Por todos los antecedentes que tiene el gas natural en el mercado peruano, se espera que este energético tenga un gran crecimiento, el modelo de proyección aún no realiza la proyecciones esperadas en vista que el Balance Nacional de Energía de Perú, registra índices de producción de gas natural a partir del año 2004. La poca información hace que el modelo de proyección proyecte y tenga como resultados una producción constante durante los próximos 10 años. Se espera que el MEM actualice los datos hasta el año 2013, donde podremos mejorar los resultados proyectados referente a la producción de gas natural a partir de las reservas de Camisea y Pagoreni.

Para el caso de la proyección de la producción de hidroenergía, según el modelo de proyección planteado, se observa en la figura 5.25, la tendencia de producción es creciente, para el año 2014 se tendrá una producción de 16916.1 GW.hr. Según los resultados del modelo híbrido propuesto, dicha producción tendrá un crecimiento de 7.5% anual. Tal es así, que para el año 2014 se tendrá una producción de 34864.62 GW.hr y para el año 2021 57842.11 GW.hr de producción de electricidad.

Tabla 5.3.

Potencia instalada y producción de energía eléctrica en el Perú

Central Hidroeléctrica	Potencia Instalada Hidráulica (MW)	Producción de Energía (GW.h)
Cañon del Pato	264.4	1 446.20
Carhuaquero	95	592.4
Galito Ciego	38.1	64.3
Yanango	42.8	205.6
Huinco	258.4	861.6
Huanchor	20	130.5
Cahua	43.1	205.6
Huampani	31.5	213.7
Callahuanca	75.1	547.8
Matucana	128.6	748.4
Moyopampa	69	518.3
Yaupi	108	824.1
Malpaso	54.4	134.1
Chimay	153	938
S. A. de Mayolo	798	4 965.80
Restitución	210	1 605.80
Machupicchu	90	718.5
Sab Gaban II	113.1	789.3
Charcani V	145.4	629.3
Aricota 1	24.3	56.8
T O T A L	2762.2	16196.1

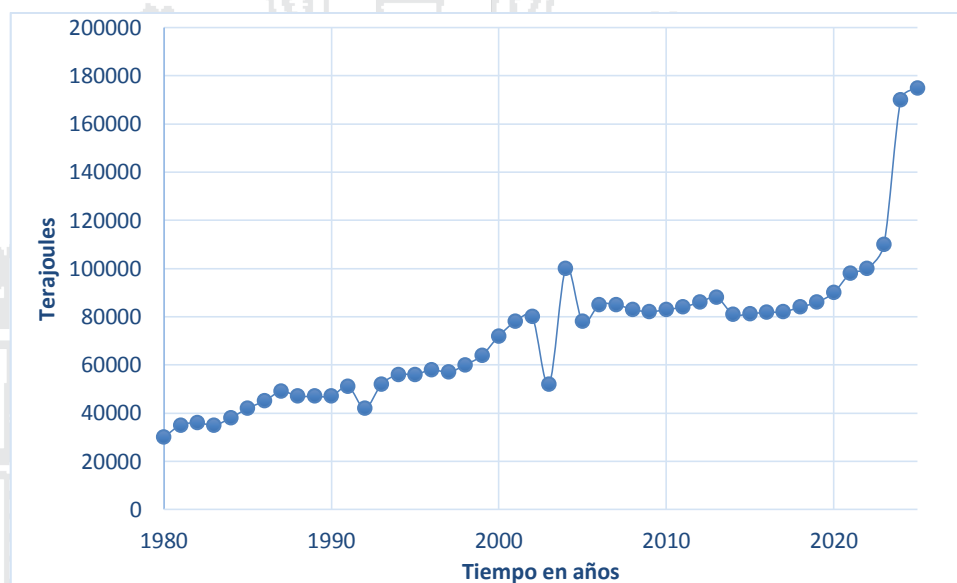
.Fuente: Inventario de Centrales hidroeléctricas del Perú - MEM

Dicho comportamiento, hace que las proyecciones tengan aceptable tendencia durante los 10 años proyectados. Cabe indicar que la tendencia creciente obedece a que el Perú cuenta con proyectos hidroenergéticos, tales como las centrales de Chaglla (360 MW), Santa Rita (255 MW), Cheves (168,2 MW), San Gabán 1 (150 MW), Pucará (130 MW) y Quitaracsa 1 (112 MW). Dicha información del MEM, además indica que dichos proyectos tienen la concesión definitiva, la cual es necesaria para realizar la actividad de generación de energía eléctrica que utilice

recursos hidráulicos con una potencia instalada mayor de 500 kilovatios, y se requiere de concesiones temporales para el desarrollo de estudios de factibilidad.

FIGURA 5.8.

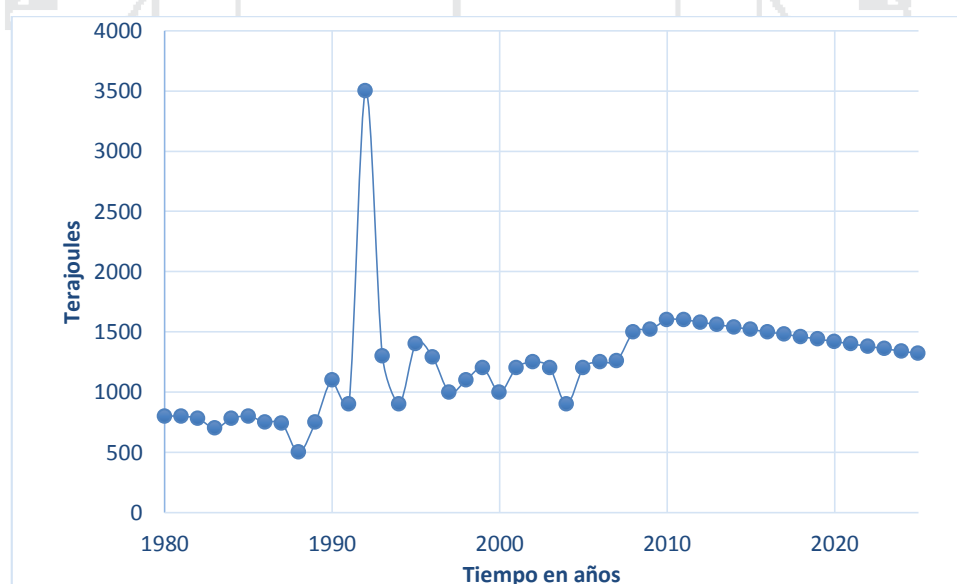
**PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA DE
HIDROENERGÍA**



Es por tal motivo, que según el Balance Nacional de Energía, este energético es demandando exclusivamente por el sector minero metalúrgico del Perú, para procesamiento de material minero. Tal es así, que la figura 5.26, muestra la proyección de este energético aplicando el modelo de proyección. Cabe indicar que la proyección del consumo de este energético va a depender mucho de las políticas de implementación de plantas minero metalúrgicas en el Perú, ya que actualmente se tiene gran producción de materia prima minera, mas no se da el valor agregado a este tipo de producción.

FIGURA 5.9.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE COQUE



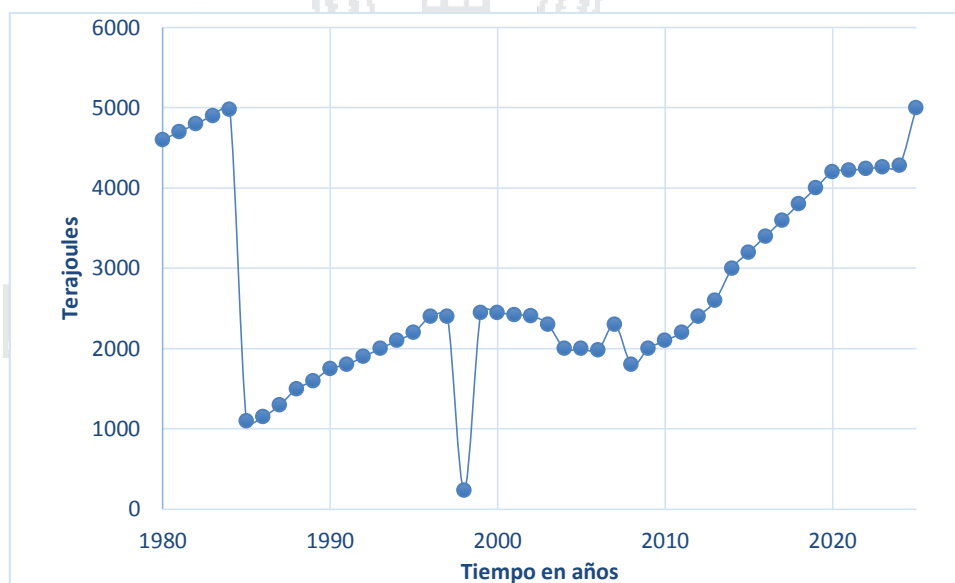
Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

5.4.2. CARBÓN VEGETAL.

Para el caso de la demanda de carbón vegetal, según el Balance Nacional de Energía, este energético es consumido exclusivamente por el sector residencial y comercial, cabe indicar que según el modelo de proyección aplicado, el comportamiento prospectivo es creciente durante los 10 años de proyección. Es decir, que según el

modelo de proyección podemos afirmar que dicho sector sufrirá grandes cambios crecientes de la demanda de este energético.

FIGURA 5.10.
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE
CARBÓN VEGETAL



Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

5.4.3. GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP).

El GLP es un producto derivado, ya sea de la refinación de petróleo crudo, del gas natural o de la producción de petróleo. En los tres procesos de obtención el GLP debe ser separado del producto petrolífero o la fuente de gas natural.

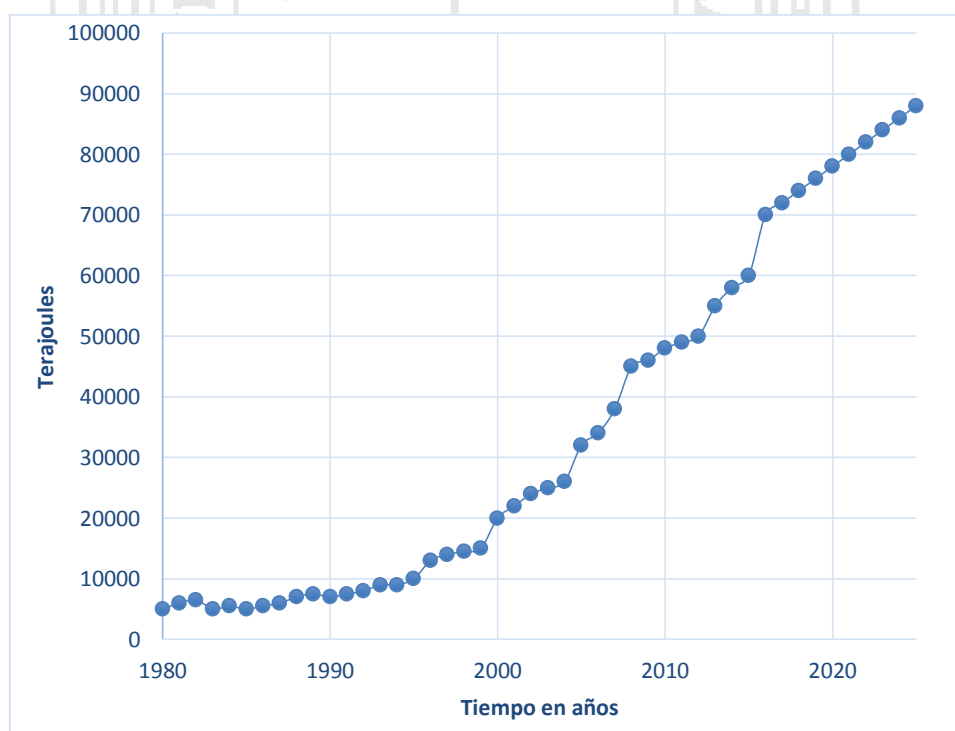
El GLP para el almacenamiento en depósitos de gran escala y transporte marítimo es generalmente refrigerado como un líquido, pero es transportado y almacenado localmente en tanques o envases (garrafas, cilindros) presurizados. Por otro lado, este energético posee un alto poder calorífico comparado con la mayoría de otros productos petrolíferos y realiza la combustión fácilmente en contacto con el aire. Estas características han hecho del GLP un combustible popular para el uso en la

calefacción y cocinas domésticas, para procesos industriales, incluyéndolo como fuente de alimentación en la industria petroquímica y en forma creciente como un combustible automotor alternativo.

Tal es así, que a partir del año 1998, el GLP prácticamente es consumido en los diferentes sectores económicos clasificados según el Balance Nacional de Energía (Residencial y Comercial, Público, Transporte, Agropecuario y Agroindustrial, Pesquería, Minero Metalúrgico e Industrial). Cabe indicar que el sector Residencial y Comercial es el más importante consumidor de este energético, ya que en el año 2009 (BNE) se tuvo un consumo de 29666 TJ de los 42 887 TJ en total. Cabe indicar que según el modelo de proyección para el año 2022 se estará llegando a niveles de los 50 000 TJ de consumo de GLP por los diferentes sectores consumidores de energía en el mercado peruano.

FIGURA 5.11.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE GLP



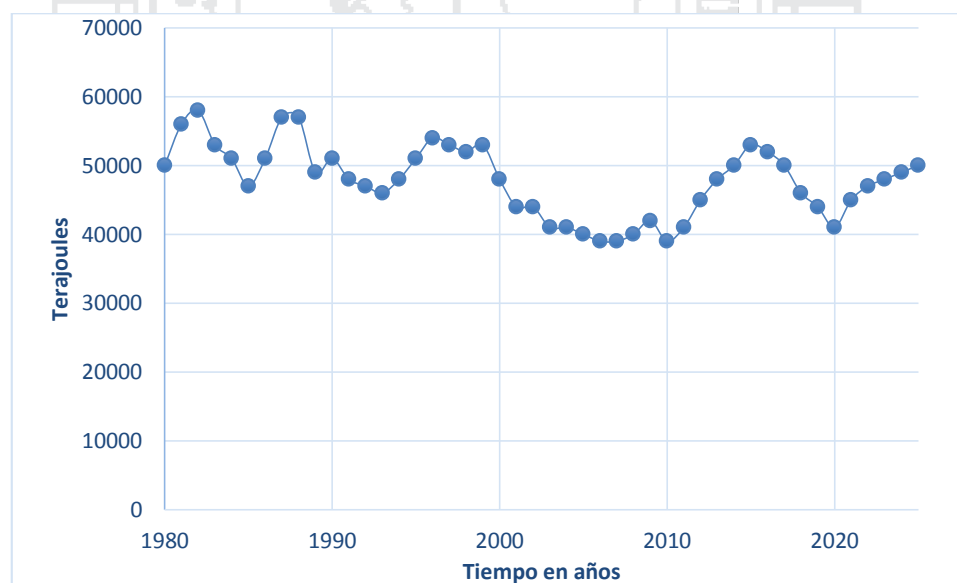
Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

5.4.4. GASOLINA.

El Perú, un país eminentemente consumidor de derivados de petróleo crudo, hace que la gasolina sea un energético muy importante para la economía de este país. Tal es así, que según el Balance Nacional de Energía, el principal consumidor de este energético es el Sector Transporte, seguido por el Sector Público. Como se puede apreciar en la figura 5.12, el comportamiento a partir del año 1980 tuvo una tendencia cíclica, en vista que este energético depende de muchos factores (económicos, políticos, políticas gubernamentales, tributarios, etc). Según el modelo de proyección, se tiene que a partir del año 2013 hasta el año 2022 se tendrá un comportamiento creciente, en vista que este es un energético muy importante en los diferentes sectores consumidores de energía, especialmente el sector transporte..

FIGURA 5.12.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE GASOLINA



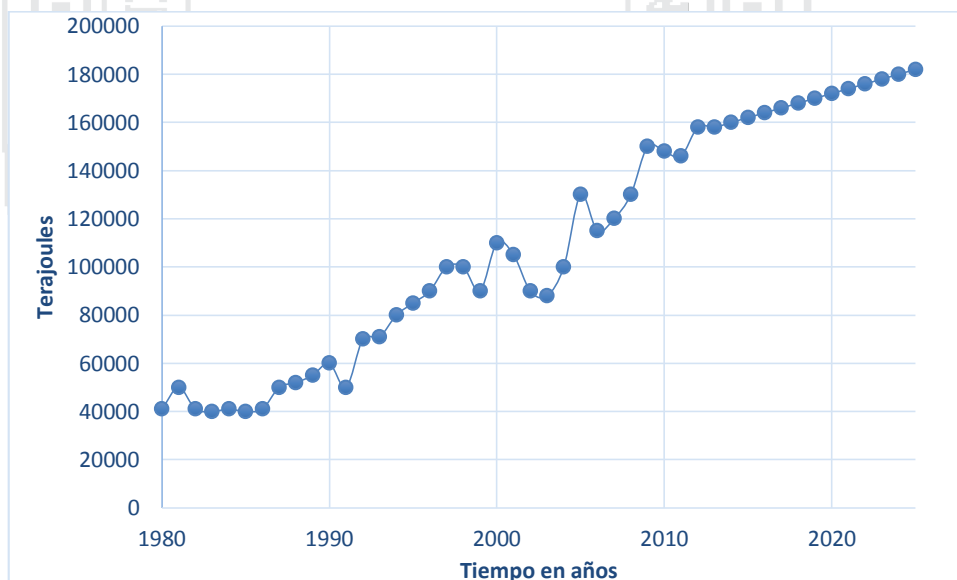
Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

5.4.5. KEROSENE JET.

A partir del año 2013, el modelo de proyección proyecta el consumo del energético kerosene jet, cabe indicar que dichas proyecciones son aceptables hasta el año 2022, ya que a partir del año 2018 la tendencia es decreciente, ello a consecuencia que el modelo de proyección toma errores de datos proyectados y no de datos reales. Es así, que a partir del año 2009, el gobierno de Alan García Pérez prohibió el consumo y venta de este energético en vista que el narcotráfico utilizaba como insumo para procesamiento de pasta básica de cocaína, especialmente en la zona de VRAEM (valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro). Pero, cabe indicar que el crecimiento paulatino de la demanda de este energético también se debe a que el sector aeronáutico utiliza el kerosene jet, que es diferente al kerosene doméstico, en vista que tiene un mayor poder calorífico y mayor inflamabilidad.

FIGURA 5.13.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE KEROSENE



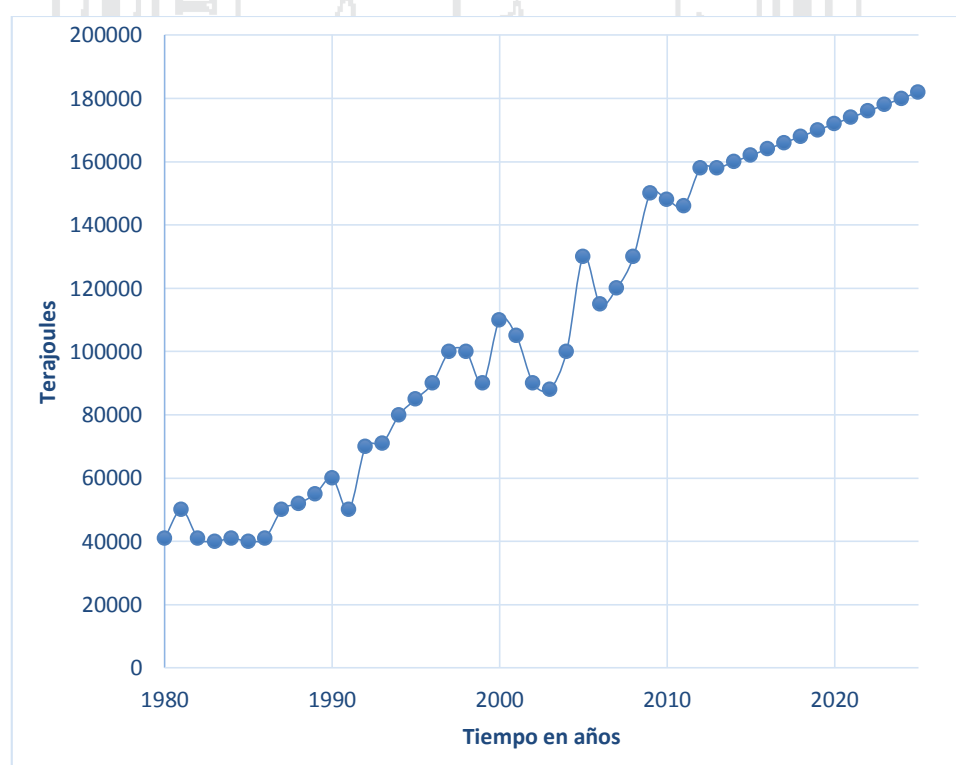
Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

5.4.6. DIESEL OIL.

Este tipo de energético tal como establece el Balance Nacional de Energía, es consumido por todos los sectores económicos demandantes de energía. Además, se puede apreciar que el diesel oil y petróleo residual es el energético que más demanda tiene en el mercado peruano, ya que el año 2009 se tiene un consumo total de 151 433 TJ, aproximadamente un tercio del consumo total de energía. El modelo de proyección en la figura 5.14 nos muestra la tendencia creciente de la demanda de energía secundaria correspondiente al diesel oil.

FIGURA 5.14.

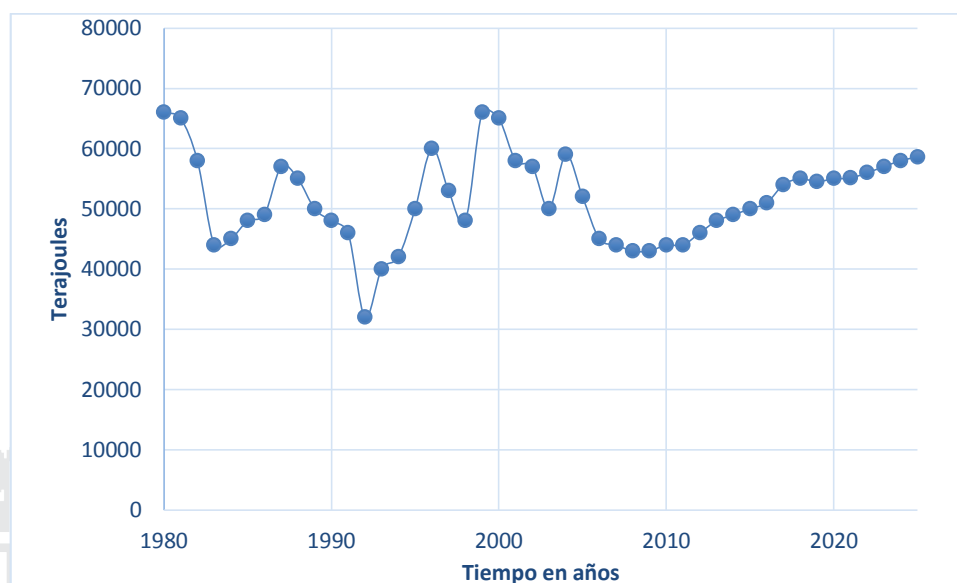
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE DIESEL OIL



Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

FIGURA 5.15.

**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE PETRÓLEO
RESIDUAL.**



Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

5.4.7. GAS DE DISTRIBUCIÓN.

El Perú, deberá tener como atención prioritaria, especialmente referidos a las políticas energéticas a este energético, en vista que se tiene muchas esperanzas de realizar la transferencia tecnológica en función al gas natural.

Es así, que el gas natural, como materia prima o insumo, deberá ser utilizado en el Perú en cuatro conjuntos principales de procesos: alimentación directa (combustión y potencia), siderúrgica, producción de combustibles sintéticos y de gasoquímicos.

El enfoque de valorización del insumo gas natural es diferenciado en cada una de estas vías principales.

- La primera vía, caracteriza al GN como un combustible para aplicación térmica residencial, comercial o industrial, para generación de potencia en termoeléctricas o procesos industriales y como carburante para el transporte, proporcionando una menor valorización posible.

- La segunda vía, que exige menor inversión inicial, comparada con las siguientes vías, resulta en menor valorización del insumo, por ejemplo, la aplicación siderúrgica, donde el gas natural es usado como reductor siderúrgico en altos hornos para procesamiento de minerales.
- La tercera vía, necesita de inversiones mayores y agrega mas valor al insumo, utilizando el gas natural como materia prima básica de procesos de producción de combustibles sintéticos como la gasolina, nafta, kerosene, aceites lubricantes, petróleo, parafina y otros.
- La cuarta vía, que requiere capital de inversión de magnitud bastante elevada y valoriza el insumo gas natural de forma apreciable, y la producción de gasoquímicos, que son la base de la industria moderna. La gasoquímica es la producción de petroquímicos a partir del gas natural que se diferencia de la producción tradicional a partir de derivados del petróleo por el insumo básico y por innúmeras ventajas, en particular la reducción expresiva de impactos ambientales. Los productos son los mismos, etano, propano, butano, polímeros (polietileno y polipropileno), materia prima en la fabricación de fibras sintéticas, llantas sintéticas, plásticos, revestimientos, química automotora, productos nitrogenados, detergentes y otros.

En la actualidad, el GN de Camisea, está siendo utilizado en estos primeros años de producción y operación por la primera vía. Se ha abastecido a centrales termoeléctricas que están consumiendo GN conjuntamente con algunas plantas industriales. Posteriormente, la industria intermediaria, hospitales, clínicas y hasta los pequeños negocios serán los posibles consumidores de este energético. Al ser utilizado por diversos segmentos de la sociedad, el gas natural mejora la calidad de

vida de las personas, ya que comparado con los combustibles convencionales y no convencionales, es económicamente más ventajoso, tecnológicamente recomendado y ambientalmente menos impactante. La distribución en el sector vehicular, residencial, comercial y público es más complicada, ya que requiere infraestructura urbana y altas inversiones, tanto en obras y transmisión de conocimiento para que las personas adopte un nuevo energético.

Se observa en la figura 5.15, el esquema de utilización del GN en el mercado peruano. Las reservas de Camisea (San Martín y Cashiriari) y Pagoreni están conformados por los diversos compuestos químicos, donde el principal es el metano. A la salida de las reservas, se tiene dos destinos para el GN húmedo. 1. Para la Unidad de Procesamiento de GN (UPGN) ubicada en Malvinas. 2. Para procesamiento de reinyección en las propias reservas.

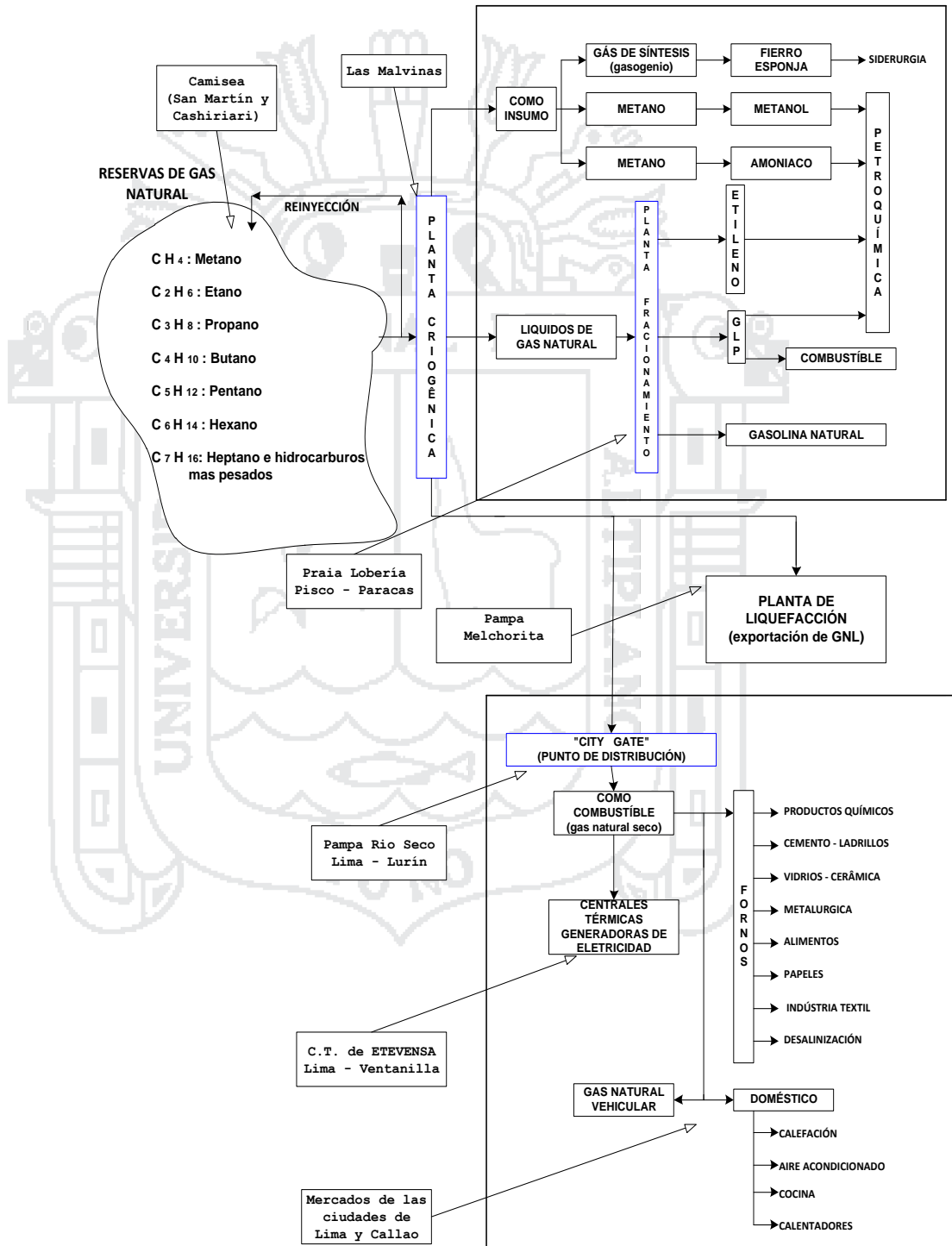
El procesamiento de GN húmedo en la UPGN, permite que los líquidos de gas natural sean transportados hasta la planta de fraccionamiento en Pisco, el cual permite la producción de diversos hidrocarburos para el mercado interno y externo. Pero, el GN seco es transportado hasta el citygate, localizado en Lurín. Este punto de distribución permite el uso de este energético para múltiples aplicaciones en la ciudad de Lima y Callao (generación de electricidad, calentamiento de hornos, gas natural vehicular, gas doméstico, etc.). Por otro lado, la instalación de una Planta de Licuefacción al sur de Lima permitirá la exportación del GNL a mercados de México y/o EEUU.

Según las consideraciones efectuadas, se tiene identificado cuatro posibles consumidores potenciales del gas natural, según el Balance Nacional de Energía del Perú, además que existe experiencias de países en desarrollo donde estos sectores

potenciales se desarrollaron paralelamente con el consumo de este energético. Todo va depender del comportamiento de la demanda en el mercado interno, eso según las políticas y estrategias dirigidas por el Estado peruano y las instituciones públicas referidas al tema energético.



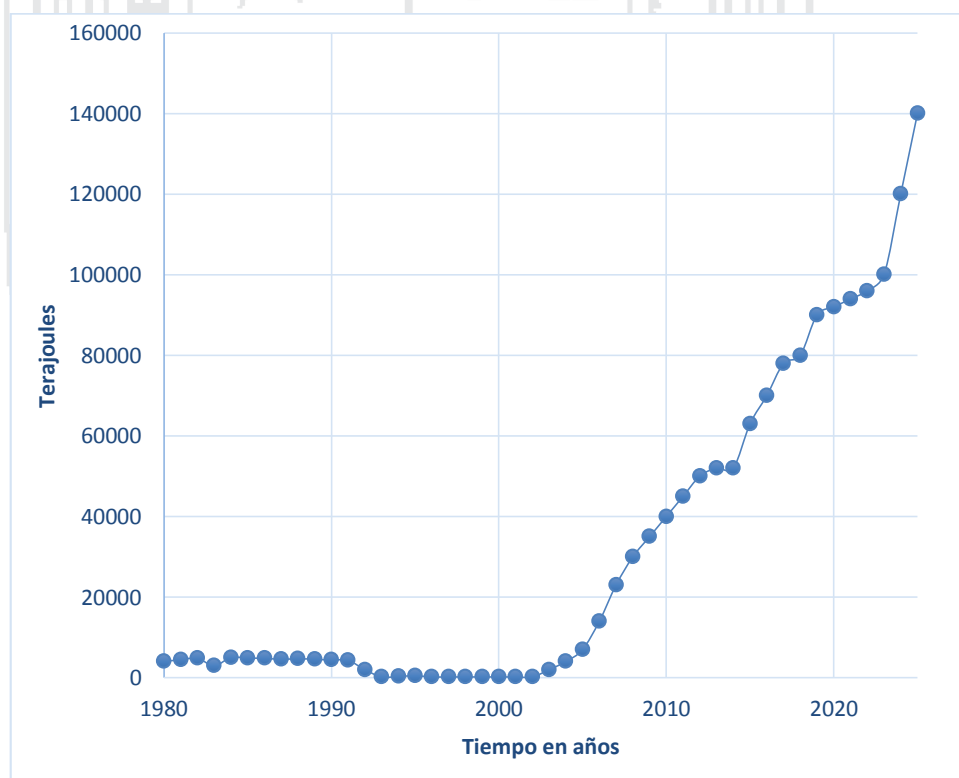
FIGURA 5.16.
ESQUEMA DE UTILIZACIÓN DEL GAS NATURAL EN EL MERCADO PERUANO.



Fuente: Elaboración propia.

Se tiene especial consideración a este energético, en vista que aún se están realizando las políticas energéticas para que dicho combustible sea el de mayor importancia en el mercado peruano. A partir de las reservas de Camisea y Pagoreni, se espera que dicho combustible tenga un gran crecimiento en los próximos años sea a nivel de producción y consumo. Cabe indicar que el modelo de proyección aún no se puede validar los resultados obtenidos, en vista que la información obtenida va a sufrir muchas variaciones por los cambios que se espera realizará el gobierno a nivel político, tomas de decisiones, tributarios, sociales, ambientales y otros.

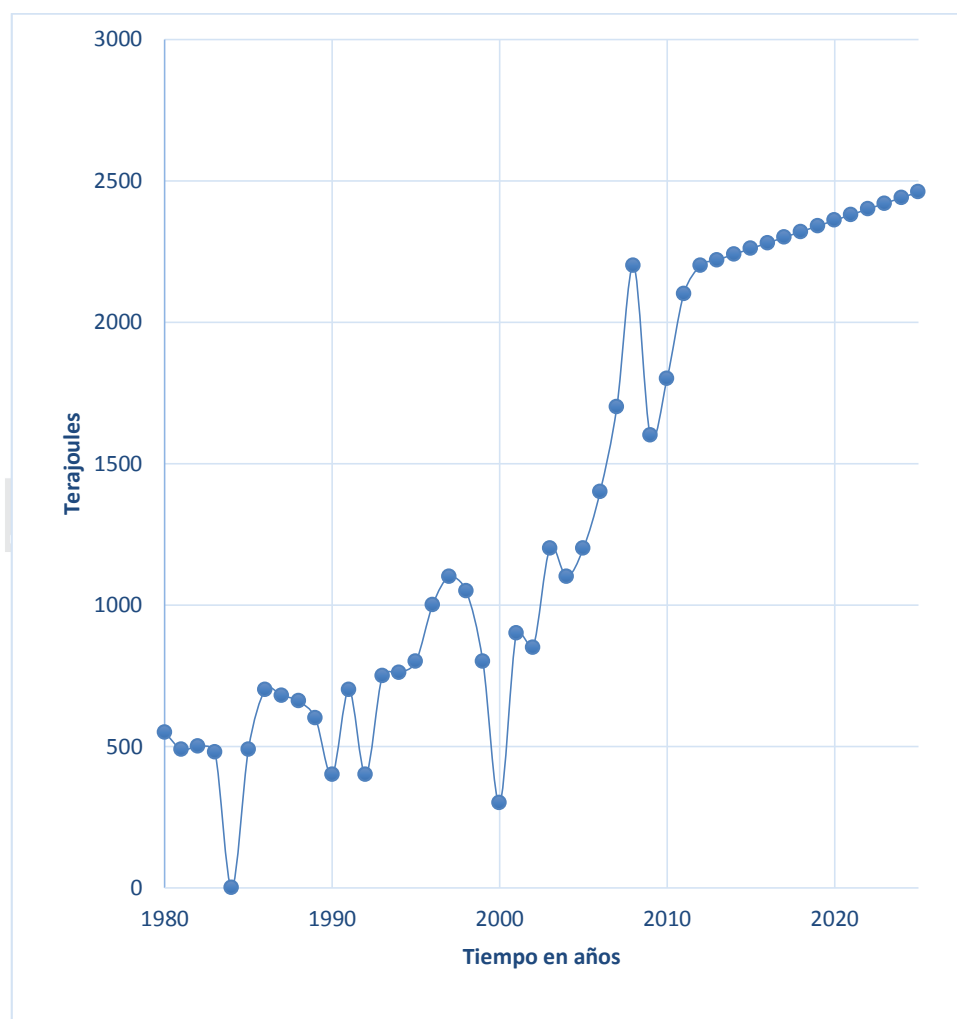
FIGURA 5.17.
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE GAS NATURAL



Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección.

FIGURA 5.18.

**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE GAS
METALURGICO**



Fuente: Resultados obtenidos de Modelo de proyección .

5.4.8. ELECTRICIDAD

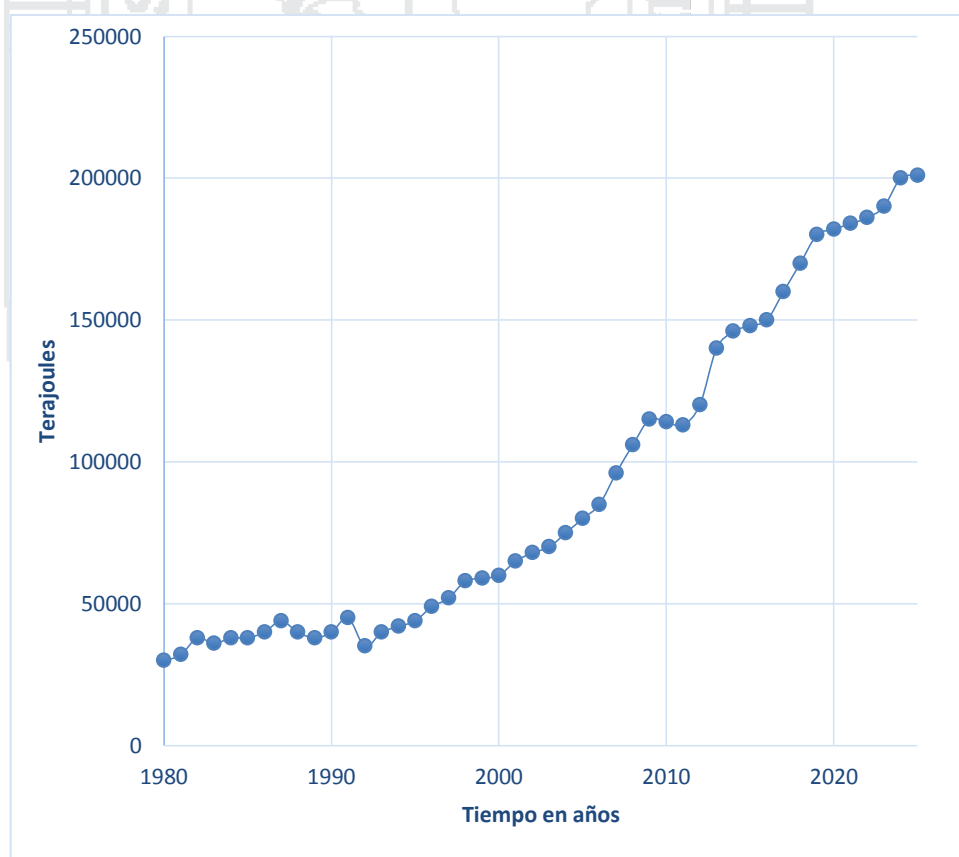
La electricidad es el energético, según el Balance Nacional de Energía que es demandado por todos los sectores económicos consumidores de energía, con excepción del Sector Transporte, es por tal razón que dicho energético tiene una tendencia creciente desde del año 1980. A partir del año 2010, donde el modelo de proyección proyecta el consumo de electricidad y corrobora la tendencia creciente,

tal es así que en dicho año se tiene un consumo de electricidad de 110 000 TJ y en el año 2022 se tendrá 118 000 TJ.

Así mismo en la figura 5.17, puede observarse que durante 31 años analizados (1980 al 2011), la tendencia de crecimiento del energético electricidad fue positivo. Es decir, que dicho crecimiento pudo haber sido afectado por el crecimiento poblacional, PBI, nivel de exportaciones, situaciones políticas, etc. Pero, como se puede observar, la tendencia siempre estuvo marcada por un consumo en pleno crecimiento, ello a raíz de que la electricidad prácticamente es un servicio público básico en los diferentes sectores identificados en el Balance Nacional de Energía.

FIGURA 5.19.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA SECUNDARIA DE ELECTRICIDAD



Fuente: Resultados obtenidos de Modelo De proyección .

CONCLUSIONES

Los sectores económicos se encargan de la demanda interna de combustibles líquidos, el cual ha crecido ligeramente en un 2.4 % con respecto al 2012, cifra menor al crecimiento del 2011 al 2012 que fue más del 3%. El Diésel es el de mayor demanda con 53%, 18% de GLP, 17% de Gasolinas, 9% de Gasolinas de aviación y 3% de residuales. Pero para el 2025, se tendría un crecimiento de 15% para el Diesel en promedio por año, 12% para la gasolina y 13% para gasolina de aviación. Finalmente los residuales tendrían un decrecimiento de 1.8% para el año 2025.

La producción de crudo en el 2013 viene disminuyendo en un 5.9% con respecto al 2012, mientras que la de Gas Natural ha crecido en aproximadamente 2.8 % con respecto al 2012, cifra menor que la registrada entre 2011 y 2012, según los resultados obtenidos para el 2025 se tendría un aumento de 4.4%, manteniendo el promedio de crecimiento.

Por otro lado, la prospectiva de producción de combustibles refinados, al 2025 tendría un crecimiento de 4.5%, ya que se tiene entre el 2012 y 2013 un crecimiento en 3.8 %. Del total de la producción, el Diésel constituye el 34%, seguido de las gasolinas con 28%, Gasolina de Aviación 6%, GLP y Propano/Butano con 16% y residuales con 9.5%.

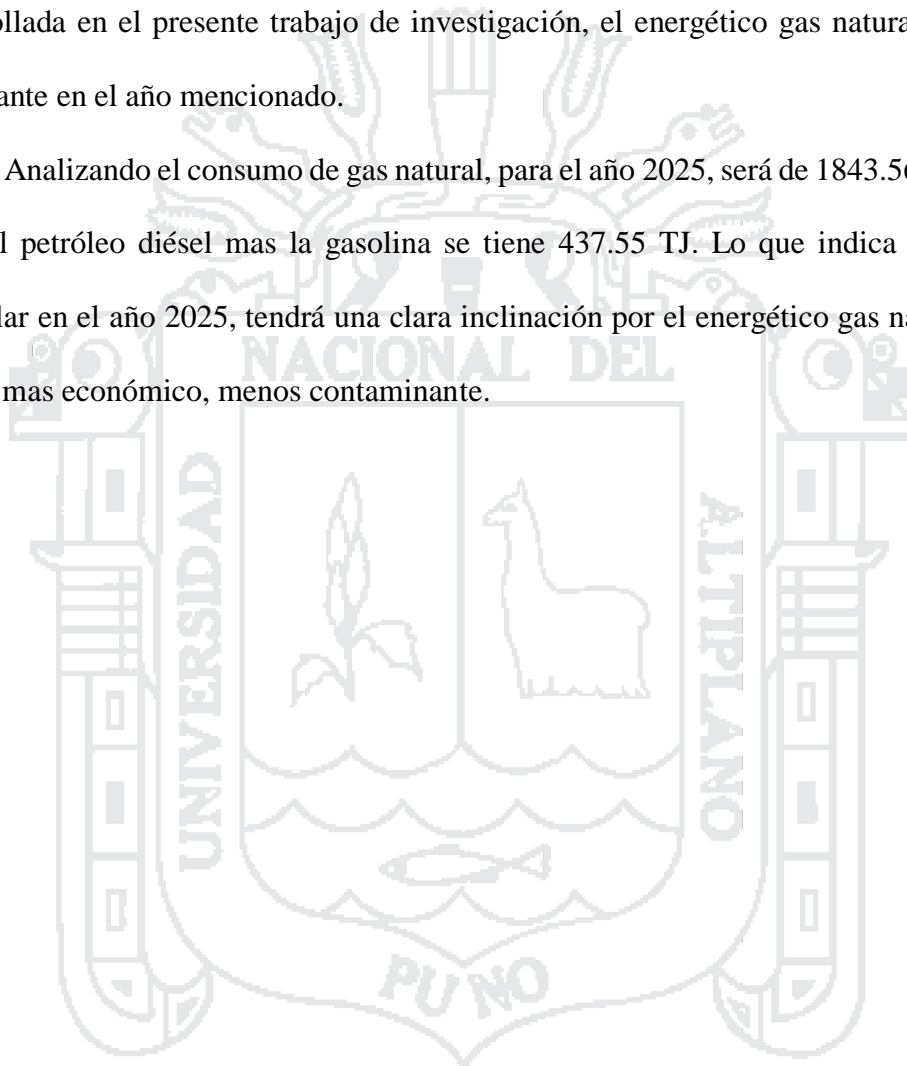
El energético crudo, para el 2025 va a tener un crecimiento de 8.5%, según los resultados obtenidos, cabe indicar que este energético alimenta a las refinerías en el Perú, el 64% es importado, igual que el año anterior.

Los sectores residencial, comercial, público e industrial determina la demanda interna de gas natural distribuida en: uso industrial (25%), GNV (13%), generación eléctrica (62%) y en menor medida residencial (0.7%); ha crecido en un 4% con respecto al año 2012, y representa un 30% de la demanda de combustibles líquidos. Para el año 2025 en promedio

anual se tiene un crecimiento de 20% para el sector industrial, 25% para el GNV, 50% para generación eléctrica.

La producción de gas natural para el año 2025 será de 2345.55 TJ, mientras que la producción de petróleo será de 1234.45 TJ, lo que indica que según las prospectiva desarrollada en el presente trabajo de investigación, el energético gas natural será el más importante en el año mencionado.

Analizando el consumo de gas natural, para el año 2025, será de 1843.56 TJ, mientras que del petróleo diésel mas la gasolina se tiene 437.55 TJ. Lo que indica que el sector vehicular en el año 2025, tendrá una clara inclinación por el energético gas natural, ya que este es mas económico, menos contaminante.



RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos deben de contrastarse con otros datos emitidos por el Ministerio de Energía y Minas, Osinermin, OLADE y otras entidades que se encargan de realizar planes energéticos y económicos en el Perú y América Latina.

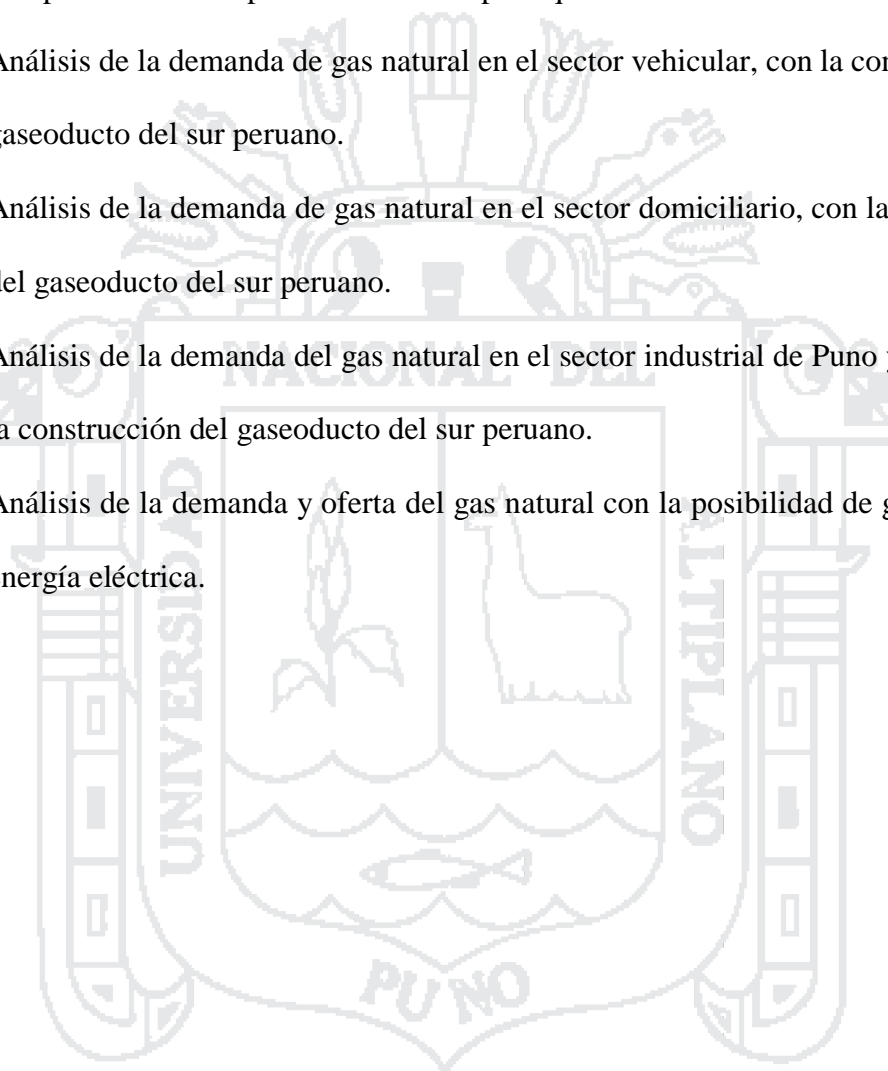
Las redes neuronales solamente realizan prospectiva en sus modelos para corto plazo. En largo plazo se tienen experiencias que no son muy precisas en los resultados proyectados en el presente trabajo de investigación.

Para realizar este tipo de trabajos de manera oficial, se recomienda fortalecer esta área en las universidades y centros de educación. Ya que proyectar el consumo, producción, y reservas energéticas es una información que permite planificar y tomar decisiones para un determinado lugar, país, ciudad, región y otros.

Realizar mas estudios de la Matriz de Leontief , también llamada Matriz Insumo – Producto. Ya que con el presente trabajo de investigación demostramos que es una fuerte herramienta para manejar datos de diferentes áreas. En este caso, datos económicos y energéticos.

TEMAS PARA TRABAJOS FUTUROS

- Perspectiva de la producción de hidroenergía en el Sur Peruano.
- Análisis económico y energético del Gaseoducto del Sur.
- Prospectiva de la implantación de una petroquímica en el Sur del Perú.
- Análisis de la demanda de gas natural en el sector vehicular, con la construcción del gaseoducto del sur peruano.
- Análisis de la demanda de gas natural en el sector domiciliario, con la construcción del gaseoducto del sur peruano.
- Análisis de la demanda de gas natural en el sector industrial de Puno y Juliaca, con la construcción del gaseoducto del sur peruano.
- Análisis de la demanda y oferta del gas natural con la posibilidad de generación de energía eléctrica.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Aal, R.E. (2007). *Univariate Modeling and Forecasting of Monthly Energy Demand Time Series Using Abductive and Neural Networks, Computers & Industrial Engineering*. Vol 54, pp. 903-917.
- Alsayegh, O., Almatar, O., Fairouz, F., Al-Mulla _Ali A. (2007). *Prediction of the Long-Term Electric Power Demand Under the Influence of A/C Systems, Journal of Power and Energy*, vol. 221. Pp. 67-75.
- Beccali, M., Cellura, M., Lo Brano, V., Marvuglia, A. (2004). *Forecasting Daily Urban Electric Load Profiles using Artificial Neural Networks, Energy Conversion and Management*, vol 45, pp. 2879-2900.
- BCRP. (2010). *Reporte de inflación: Evolución y perspectivas. Informe Mensual del PBI, empleo, balanza comercial y operaciones del gobierno. 2011, de Banco Central de Reserva del Perú* Sitio web: www.bcrp.gob.pe
- Beltrán Castañón, Norman Jesús (2003). *Análise da Demanda Energética com a Insercao das Jazidas de Gas Natural de Camisea. Teses de PosGraduacao na Universidade de Sao Paolo. Instituto de Electrotecnia e Energia*.
- Bonifaz, J.L. (2009). *Distribución eléctrica en el Perú: Regulación y Eficiencia, Volumen II. Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES) – Universidad del Pacífico*.
- Camacho, F.T. (2000). *Desenhos de Mercado do Setor de Gás Natural e o Caso Brasileiro. PhD. Thesis, EPGE Fundacao Getulio Vargas*.
- Campbell, P.R.J. (2007). *A Hybrid Modelling Technique for Load Forecasting. IEEE Canada Electrical Power Conference*, pp. 435-439.

- Carrera, G.A. (2000), *Utilizacáo do gás natural de Camisea (Perú), para la viabilizacáo de sistemas elétricos e de gás no norte de centro do Brasil*. Dissertacáo de maestrado. Instituto de Electrotecnica e Energía. Universidade de Sao Paulo (Brasil).
- Connolly, D. and Lund, H. and Mathiesen, B.V. and Leahy, M.(2010), *A review of computer tools for analysing the integration of renewable energy into various energy systems*. AppliedEnergy.Elsevier. Vol. 87, Nro. 4, pp. 1059-1082.
- Department Of Energy. (2006). *Consumption of Primary Energy by Energy Type and Selected Country Groups. 2012*, de Energy Information Administration Sitio web: <http://www.eia.doe.gov/pub/international/iealf/table18.xls>
- Gonzales, P.A., Zamarreño, J.M. (2004). *Prediction of Hourly Energy Consumption in buildings Based on a Feedback Artificial Neural network*, Energy and Building, vol. 37, pp. 595-601.
- Heaps, C.G. (2012). *Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system*. Software version 2012.0014. Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA. www.energycommunity.org
- Jang, J., Sun C., (1995). *Neuro-Fuzzy Modeling and Control*, Proceedings of the IEEE, vol. 83, pp. 378-406.
- La Recherche. (1987). *Las nuevas energías, recopilación de artículos*, ediciones Orbis, S.A. Tercera edición, Barcelona, pp 255.
- Nahi S. (2006). *Load Forecasting on Special Days & Holidays in Power Distribution Substation Using Neural&Fuzzy Networks*, IEEE International Conference on computational Intelligence for Modeling Control. Pp.118- 123.
- Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Balance Nacional de Energía 2009. 2012*, de Ministerio de Energía y Minas de Perú Sitio web: <http://www.minem.gob.pe/estadisticasSector.php?idSector=12>

Joaquín Derrac Rus (2005). *Apuntes de Introducción a las Redes Neuronales*. Modelos de Computación II. Editorial Edipensa. Perú

Morante, F. (2000). *Demanda energética em solar homsystems*. *Dissertacao de mestrado*, Instituto de Electrotecnica e Energia – Universidade de Sao Paulo (Brasil).

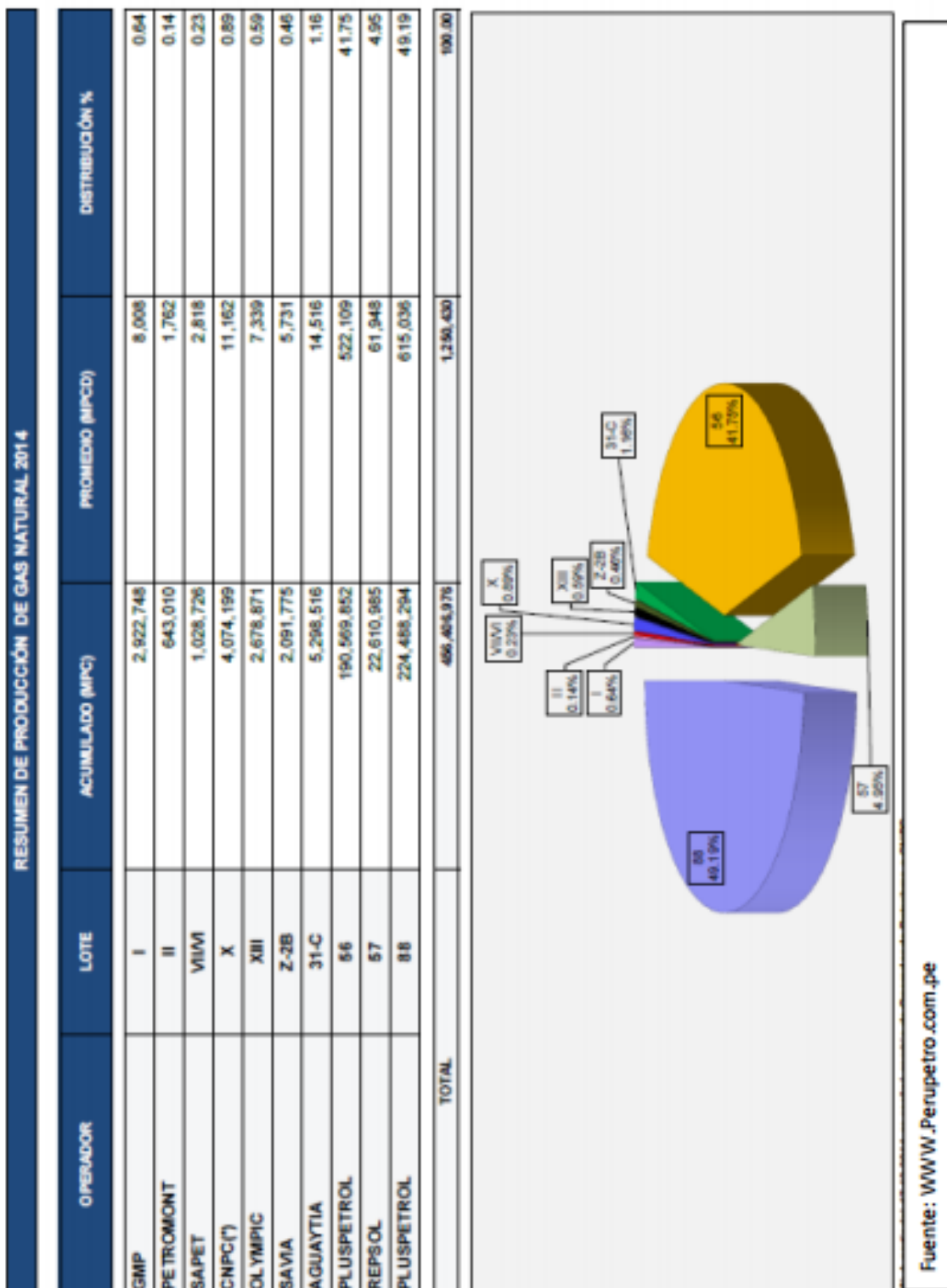
Benitez, Alberto(2007). *La forma triangular de la matriz de Leontief*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Mexico





ANEXO 01

PRODUCCIÓN DE GAS NATURAL



ANEXO 02

PRODUCCIÓN DE CARBON MINERAL – 2014

TITULAR	UNIDAD	REGIÓN	PRODUCTO	ACUM. Enero - Diciembre
NEYSER S.A.C.	VIRGEN DE HUANTUMEY Nº 2	ANCASH	CARBON BITUMINOSO	920
LORENZO S.A.C.	SAN LORENZO	LIMA	CARBON ANTRACITA	8,241
UGARTE BEATRIZ LILIANA	ATALAYA UNO	LIMA	CARBON BITUMINOSO	740
NAZARETH S.A.	JESUS DE NAZARETH 1	LA LIBERTAD	CARBON ANTRACITA	730
S.A.C.	LA NEGRITA Nº 4	ANCASH	CARBON BITUMINOSO	730
UNIDAD ARIES S.A.C.	LAGUNA DE COCHAQUILLO	LIMA	CARBON ANTRACITA	577
S.M.R.L. EL POETA DE LIMA	EL POETA	LIMA	CARBON ANTRACITA	54
VILLON MEJIA DANY ELMER	J&E INVERSIONES	ANCASH	CARBON ANTRACITA	500
MINEROS Y AGRICOLAS S.A.C.	MINERA CARBONIFERA ANDINA	LA LIBERTAD	CARBON ANTRACITA	480
MINNOR S.A.C.	MINERA SANTA ROSA N°1	LA LIBERTAD	CARBON ANTRACITA	4,359
S.R.L.	SAN BENITO NUMERO TRES	LA LIBERTAD	CARBON ANTRACITA	420
ALFREDO	CARBOJHOLAY	CAJAMARCA	CARBON ANTRACITA	4,133
S.A.C.	DIVISION OYON 3	LIMA	CARBON BITUMINOSO	34,953
NAZARETH S.A.	JESUS DE NAZARETH 3	LA LIBERTAD	CARBON ANTRACITA	348
SAN ROQUE F.M. S.A.C	SAN ROQUE F M	ANCASH	CARBON ANTRACITA	32,083
VIJAL GROUP S.A.C.	MINERA SANTA ROSA N°1	LA LIBERTAD	CARBON ANTRACITA	2,984
S.A.C.	DIVISION OYON 1	LIMA	CARBON BITUMINOSO	28,652
S.A.C.	LA NEGRITA Nº 4	ANCASH	CARBON ANTRACITA	2,850
NAZARETH S.A.	JESUS DE NAZARETH 4	LA LIBERTAD	CARBON ANTRACITA	256
ESPERANZA S.A.C.	CARBON LA LIMEÑA 2001	ANCASH	CARBON ANTRACITA	2,400
RICARDO	ISABELITA 1	ANCASH	CARBON ANTRACITA	240
S.M.R.L. LA PERLA DE HUARAZ	LA PERLA	ANCASH	CARBON ANTRACITA	240
S.R.L.	MARCO	ANCASH	CARBON BITUMINOSO	23,600
VILLON MEJIA DANY ELMER	J&E INVERSIONES	ANCASH	CARBON BITUMINOSO	200
CORPORACION E INVERSIONES VIRGEN DE GUADALUPE S.A.C.	OYON 3	LIMA	CARBON BITUMINOSO	18,694
NEYSER S.A.C.	VIRGEN DE HUANTUMEY Nº 2	ANCASH	CARBON ANTRACITA	1,550
BLACK HILL COMPANY S.A.C.	CHIMU	LA LIBERTAD	CARBON ANTRACITA	12,869
MINING ATALAYA S.A.C.	ATALAYA	LIMA	CARBON BITUMINOSO	12,790
EFRAIN	PIOJO CHEVEZ	LIMA	CARBON ANTRACITA	127
S.M.R.L. COAL MINE	COAL MINE	LIMA	CARBON ANTRACITA	12,434
S.A.C.	DIVISION OYON 2	LIMA	CARBON BITUMINOSO	10,045
MINERA GAZUNA S.A.	MINASA	LIMA	CARBON ANTRACITA	10,015
Total				229,213

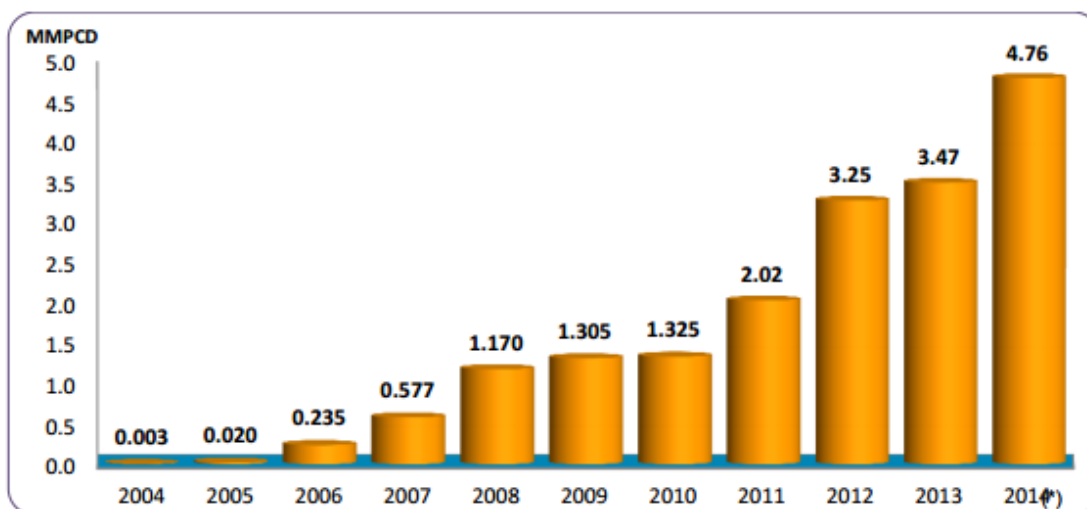
Fuente: www.minem.gob.pe

ANEXO 03

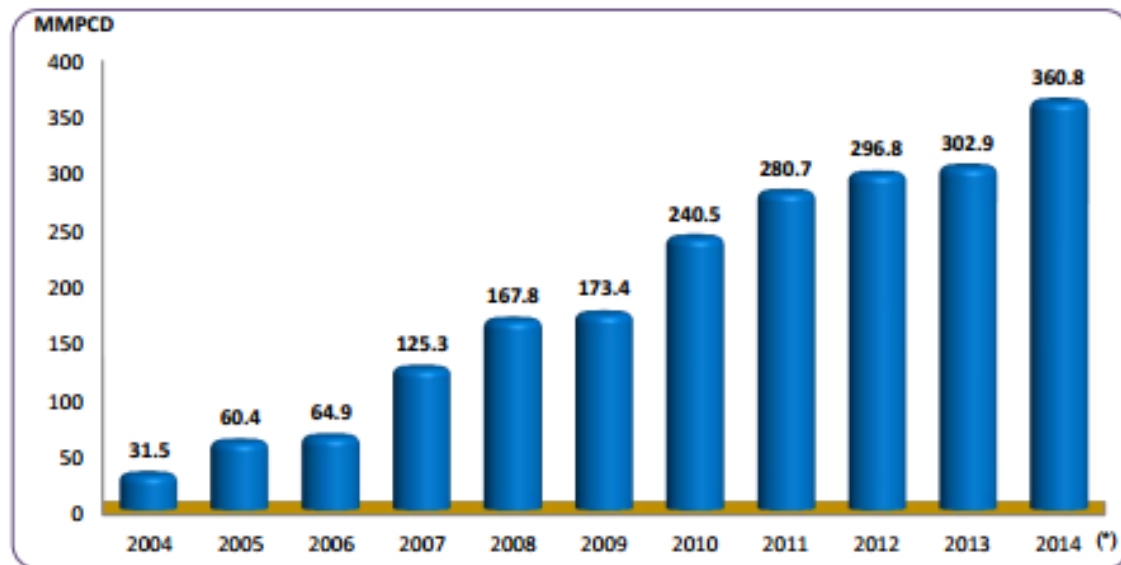
DEMANDA DE GAS NATURAL POR SECTORES

Año	Generadores Eléctricos	Industriales	GNV	Residenciales y Comerciales
2004	31.53	15.10	0.00	0.003
2005	60.41	19.95	0.00	0.020
2006	64.91	40.27	0.68	0.235
2007	125.34	60.40	5.09	0.577
2008	167.79	75.23	15.22	1.170
2009	173.38	80.41	24.06	1.305
2010	240.53	92.50	33.58	1.325
2011	280.67	108.76	44.18	2.02
2012	296.82	111.54	59.63	3.25
2013	302.86	119.98	63.68	3.47
2014	360.85	130.86	66.30	4.76

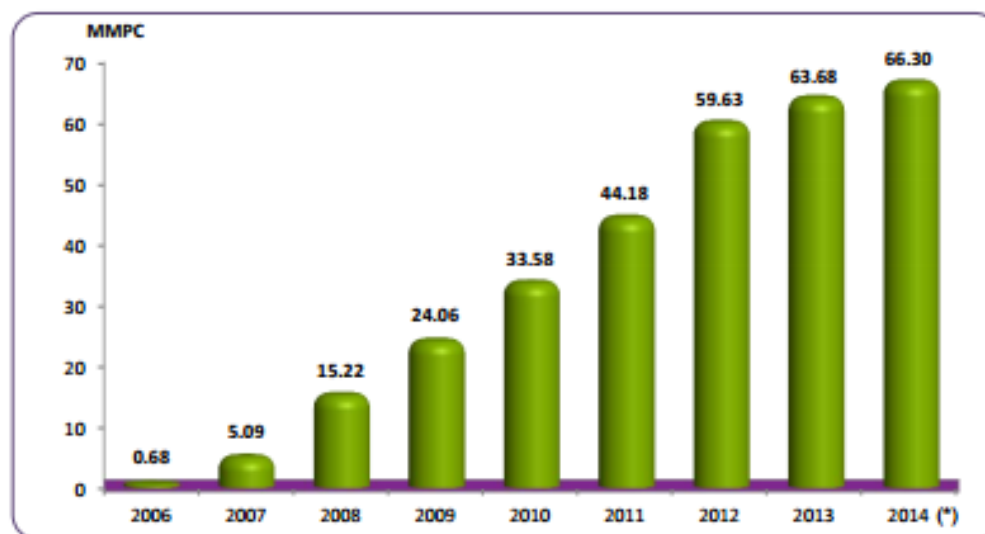
Demanda Residencial y Comercial



Sector Eléctrico

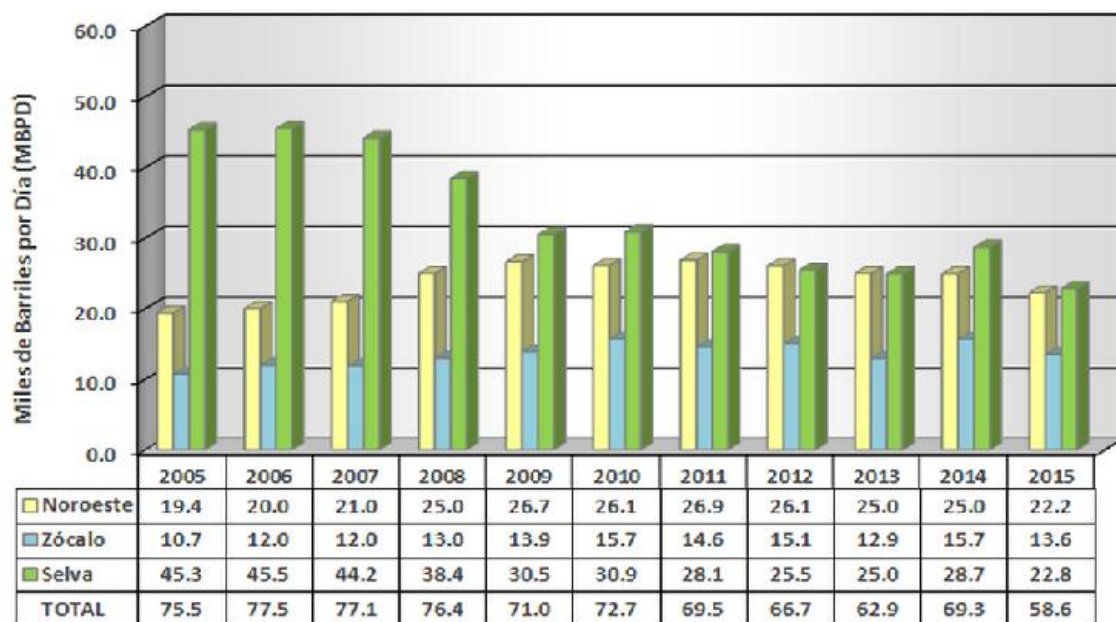


Demanda Vehicular

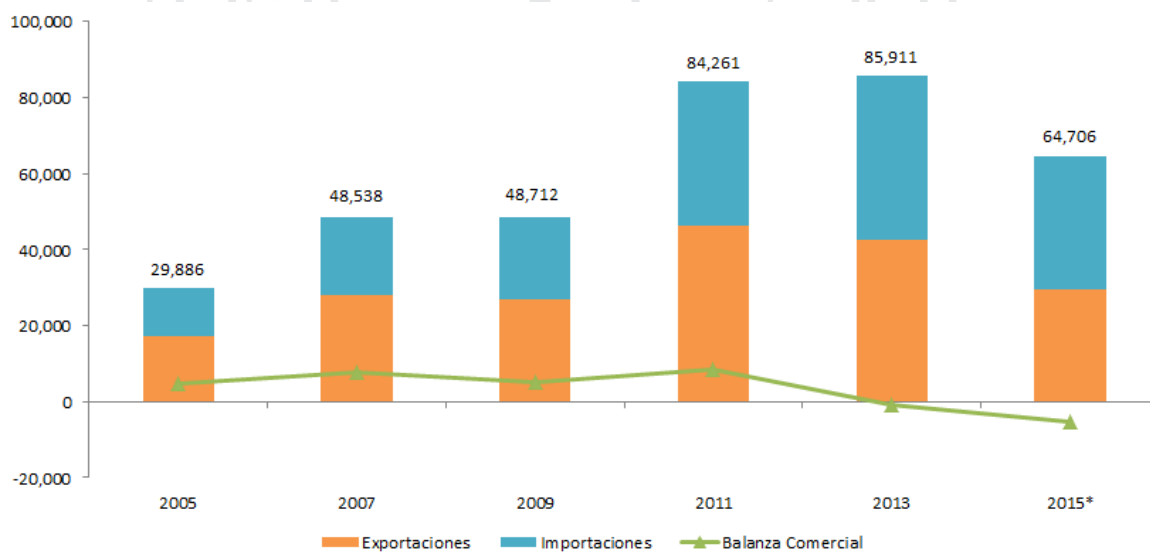


ANEXO 04

PRODUCCIÓN DE BARRILES DE PETROLEO POR SECTOR EN EL PERÚ.



Anexo 05 : Saldo en la Balanza Comercial de Hidrocarburos



ANEXO 06

INTEGRACIÓN ENERGÉTICA DEL GAS NATURAL ENTRE PERÚ Y BOLIVIA



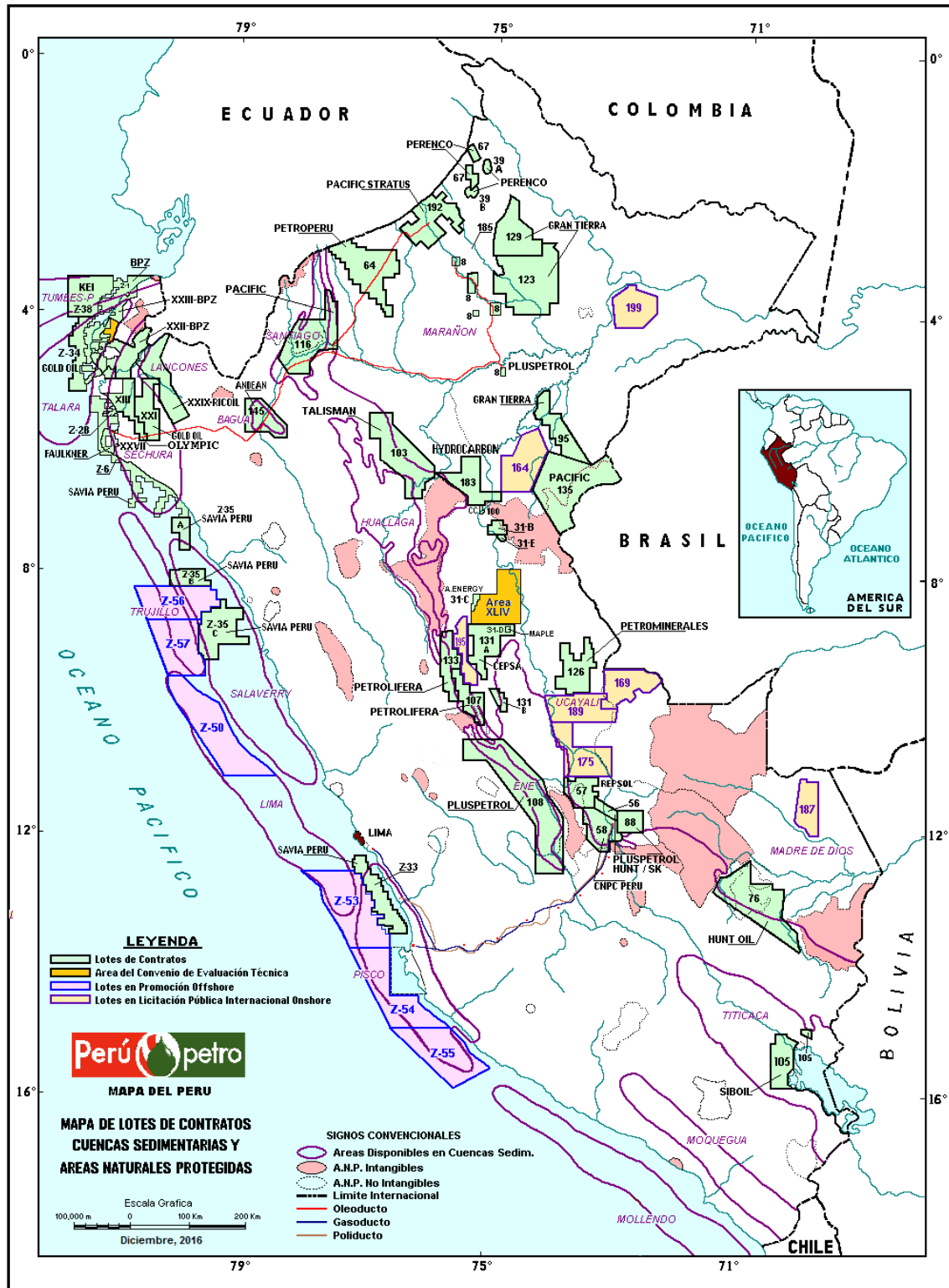
ANEXO 07

RAMAL DEL GASEODUCTO SUR PERUANO.



ANEXO 08

LOTES PARA PRODUCCIÓN DE PETROLEO Y GAS NATURAL EN EL PERÚ



ANEXO 09

ESTRUCTURA DE LA MATRIZ DE LEONTIEF (INSUMO – PRODUCTO)

		INDUSTRIES										
		Agric.	Constr.	Mfg.	Trans.	Trade	Serv.	PCE	PFI	Net Exports	Govt.	Total
COMMODITIES	Agriculture	Intermediate Inputs						Final Use				Total Gross Output
	Construction											
	Manufacturing											
	Transportation											
	Trade											
	Services											
	Compensation	Value Added						GDP				
	Taxes											
	Gross surplus											
	Total	Total Gross Output										



ANEXO 10

DATOS DE DEMANDA DE ENERGIA

Años	coque	carbvegetal	Electricidad	gas natural	gas distrib	bost	yareta
1980	879	4791	5322	49655	51848	45413	65696
1981	879	4812	5648	55919	53682	51212	64768
1982	879	4853	5942	57989	54391	49413	59037
1983	711	4853	5188	52730	47949	44101	44392
1984	837	4895	5565	51505	45941	47488	45815
1985	920	1138	5398	47028	45272	45814	48262
1986	753	1255	5899	50543	52008	48032	49497
1987	711	1398	6569	56777	57822	51588	57740
1988	502	1530	7239	56735	57071	55354	54810
1989	753	1651	7155	49247	47990	51379	50041
1990	1130	1762	7908	51422	39706	58827	48743
1991	920	1860	8578	48241	41839	54266	46401
1992	3473	1946	9205	48158	41923	68659	32929
1993	1297	2024	9540	46819	41380	72466	40250
1994	920	2095	10795	48493	42008	80249	41883
1995	1255	2161	12343	50919	45814	94936	50166
1996	1142	2220	12683	53617	48050	97983	60305
1997	982	2270	13569	53161	46584	101879	53225
1998	1129	2310	16069	51746	45564	99087	48750
1999	1217	2341	18676	52640	43643	112886	66930
2000	1039	2353	19713	48050	42907	107073	64505
2001	1202	2366	20457	43981	46001	96591	57275
2002	1218	2351	23294	43971	44442	94585	55902
2003	1138	2323	25456	41404	38754	105288	49784
2004	990	2284	26598	41332	33237	125280	59141
2005	1260	2281	31044	40515	22670	117486	51791
2006	1325	2254	34241	39523	23816	127901	45243
2007	1331	2369	38368	39265	9773	131587	43865
2008	1612	1471	44149	40555	1735	148698	41977

ANEXO 11

MODELO

MODELO DE PREDICCIÓN DE MATRIZ INSUMO - PRODUCTO

```

1. mat=randi(10,5,5)
2. minimos=[];
3. maximos=[];
4. fprintf('Puntos de silla: ');
5. for i = 1:5
6. n=1;
7. for j = 1:5
8. if mat(i,n) > mat(i,j)
9. n = j;
10. end
11. end
12. minimos=[minimos;i n];
13. end
14. for i = 1:5
15. n=1;
16. for j = 1:5
17. if mat(n,i) < mat(j,i)
18. n = j;
19. end
20. end
21. maximos=[maximos;n i];
22. end
23. for i = 1:5
24. for j = 1:5
25. if minimos(i,1) == maximos(j,1) && minimos(i,2) == maximos(j,2)
26. fprintf('(%d,%d) ',minimos(i,1),minimos(i,2))
27. end
28. end
29. end
30. fprintf('\n');
31. cad=input('Introduzca texto: ','s');
32. plantilla=input('Introduzca plantilla: ','s');
33. Lc=length(cad);
34. Lp=length(plantilla);
35. if Lc == Lp
36. for i=1:Lc
37. if (cad(1,i) == plantilla(1,i)) || ((cad(1,i) == '0' || cad(1,i) == '1' || cad(1,i) == '2' ||
    cad(1,i) == '3' || cad(1,i) == '4' || cad(1,i) == '5' || cad(1,i) == '6' || cad(1,i) == '7' ||
    cad(1,i) == '8' || cad(1,i) == '9') && plantilla(1,i) == '*')
38. r=1;
39. else
40. r=0;
41. break;
42. end
43. end
44. else
45. r=0;
46. end
47. disp(r);
48. n=input('Número decimal: ');
49. num=[];

```

```
50. binario=con_bin(num,n);
51. disp(binario);
52. end
53. if (discriminante>0) {
54. // Dos raices reales
55. x1 = (-b + Math.sqrt(discriminante))/(2*a);
56. x2 = (-b - Math.sqrt(discriminante))/(2*a);
57. System.out.print("Soluciones de la ecuacion de segundo grado: ");
58. System.out.println(a + "x2 + " + b + "x + " + c);
59. System.out.println("Tiene dos raices reales");
60. System.out.println("La primera raiz es x1 = " + x1);
61. System.out.println("La segunda raiz es x2 = " + x2); }
62. else if (discriminante
63. function v = con_bin(num,n)
64. if n == 1
65. v=1;
66. else
67. num=[con_bin(num,fix(n/2)) mod(n,2) num];
68. v=num;
69. end
70. public class Ecuacion2g { public static void main (String [] args) {
71. double a; // Coeficiente de grado 2
72. double b; // Coeficiente de grado 1
73. double c; // Coeficiente de grado 0
74. double discriminante; // Discriminante
75. double x1; // Primera raiz real
76. double x2; // Segunda raiz real
77. double preal; // Parte real de la raiz compleja
78. double pimag; // Parte imaginaria de la raiz compleja
79. a = Double.parseDouble(args[0]);
80. b = Double.parseDouble(args[1]);
81. c = Double.parseDouble(args[2]);
82. discriminante = b*b - 4*a*c;
83. end
```

