

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**Facultad de Ciencias Económicas y Financieras  
Carrera de Economía**



**TESIS DE GRADO**

**-El Gas Natural Comprimido y su Impacto  
en la Economía Boliviana**

(análisis empleando precios económicos)

Postulante: René Díaz-Romero Benavides

Asesor: Lic. Máx Pérez Mendieta

LA PAZ – BOLIVIA

1990

**DEDICATORIA**

A mis padres.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor agradece:

Al Lic. Max Perez Mendieta, Asesor de la presente Tesis, por su valiosa ayuda y orientación en la estructuración y realización del presente trabajo. Igualmente por su amistad y enseñanzas en esta etapa final de mi formación académica.

A los señores miembros del Tribunal, Ing. Angel García, Ing. Alberto Requena y Lic. Hugo Vaca de la Torre, por sus sugerencias que mejoraron el contenido de esta investigación.

Un agradecimiento muy especial a la División de Gas de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, en la persona del Ing. Orlando Melgar, por toda la información proporcionada.

Finalmente agradezco, a los amigos personales por su constante aliento.

"A la juventud de mi Patria:

El día en que los bolivianos conozcan sus recursos naturales, la forma en que funcionan y el manejo eficiente, se iniciará recién el verdadero desarrollo. Esta labor, corresponde a las generaciones futuras, felizmente pero comprometidas con la rutina y los postulados desarrollistas irrealistas, que sólo han profundizado el atraso y la dependencia".

Wagner Terrazas Urquidi

# I N D I C E

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| I. INTRODUCCION.....  | i             |
| II. / MARCO TEORICO.....  | iii           |
| III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, FORMULACION DE HIPOTESIS. /..... | ix            |
| IV. ,OBJETIVOS Y ALCANCES. /.....                                 | xiii          |
| 1. Objetivo General.....  | xiii          |
| 2. Objetivos Específicos.....                                     | xiii          |

## CAPITULO I

|  |    |
|--|----|
| 1. ,ANTECEDENTES DE LA ECONOMICA BOLIVIANA. /.....               | 1  |
| 1.1 Generalidades.....   | 1  |
| 1.2 ,Condicionantes Externos. /.....                             | 3  |
| 1.3 ,Condicionantes Internos. /.....                             | 5  |
| 1.4 , Análisis Sectorial. /.....                                 | 7  |
| 1.4.1 Sector agrícola.....                                       | 7  |
| 1.4.2 ,Sector industrial y manufacturero. /.....                 | 7  |
| 1.4.3 Sector minero.....   | 8  |
| 1.4.4 Sector servicios.....                                      | 9  |
| 1.5 ,Estabilidad y Crecimiento: Un Objetivo Dual. /..            | 9  |
| 1.6 Alternativas que Pueden Generar Desarrollo Económico. /..... | 10 |
| 1.7 ,Impacto del Subsector Hidrocarburos. /.....                 | 12 |
| 1.7.1 Estructura del PIB.....                                    | 12 |
| 1.7.2 Balanza de Pagos.....                                      | 15 |
| 1.8 ,Impacto Directo del Subsector Hidrocarburos. /..            | 17 |
| 1.8.1 En política fiscal.....                                    | 18 |

|       |                              |    |
|-------|------------------------------|----|
| 1.8.2 | En el comercio exterior..... | 25 |
|-------|------------------------------|----|

## CAPITULO II

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.  | ANTECEDENTES DEL GAS NATURAL.....       | 28 |
| 2.1 | Balance de Reservas.....                | 28 |
| 2.2 | Gas Natural Fuente de Energía.....      | 29 |
| 2.3 | El Gas como Combustible Automotriz..... | 29 |
| 2.4 | Experiencias en el Uso de G.N.C.....    | 30 |

## CAPITULO III

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 3.      | ESTUDIO DE MERCADO PARA EL G.N.C.....                   | 31 |
| 3.1     | Formas de Distribución de Combustibles.....             | 31 |
| 3.2     | Comportamiento de la Demanda.....                       | 31 |
| 3.3     | Configuración del Parque Automotor.....                 | 33 |
| 3.3.1   | Estimación del parque automotor.....                    | 33 |
| 3.3.2   | Crecimiento del parque automotor.....                   | 35 |
| 3.3.3   | Uso de combustible en automotores.....                  | 38 |
| 3.3.4   | Método de estimación.....                               | 38 |
| 3.3.5   | Estimación del consumo de combustible<br>automotor..... | 41 |
| 3.3.6   | Proyección del consumo de combustible.....              | 41 |
| 3.3.6.1 | Gasolina.....   | 43 |
| 3.3.6.2 | Diesel.....   | 43 |
| 3.3.7   | Posibilidades de Sustitución.....                       | 43 |
| 3.4.    | Demanda Potencial .....                                 | 44 |
| 3.4.1   | Micros y omnibuses.....                                 | 44 |
| 3.4.2   | Taxis.....  | 45 |
| 3.4.3   | Camiones.....   | 45 |
| 3.4.4   | Vehículos oficiales.....                                | 45 |
| 3.4.5   | Otros vehículos.....                                    | 45 |
| 3.5     | Demanda Real.....                                       | 52 |

|       |                             |    |
|-------|-----------------------------|----|
| 3.6   | Pautas de Localización..... | 52 |
| 3.6.1 | Macrolocalización.....      | 52 |
| 3.6.2 | Microlocalización.....      | 54 |

#### CAPITULO IV

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 4.      | ESTUDIO TECNICO PARA LA IMPLEMENTACION DEL GAS NATURAL COMPRIMIDO EN BDLIVIA..... | 55 |
| 4.1     | Tecnología del Automotor.....   | 55 |
| 4.1.1   | Motores de ciclo OTTO.....  | 55 |
| 4.1.2   | Motores ciclo Diesel.....   | 56 |
| 4.2     | Equipamiento para la Conversión de Vehículos...                                   | 56 |
| 4.2.1   | Motores ciclo OTTO.....   | 56 |
| 4.2.1.1 | Cilindros de almacenamiento.....  | 56 |
| 4.2.1.2 | Equipo regulador.....   | 57 |
| 4.2.1.3 | Mezclador aire/gas.....   | 57 |
| 4.2.1.4 | Accesorios.....   | 57 |
| 4.2.2   | Motores ciclo diesel.....   | 58 |
| 4.3     | Estaciones de Carga G.N.C.....  | 58 |
| 4.3.1   | Estaciones de carga rápida.....   | 58 |
| 4.3.2   | Estación de carga lenta.....  | 59 |
| 4.3.3   | Estación satélite.....  | 59 |
| 4.4     | Instalaciones de la Estación.....   | 59 |
| 4.4.1   | Puente de regulación.....   | 59 |
| 4.4.2   | Sala de compresoras.....  | 59 |
| 4.4.3   | Playa de carga.....   | 60 |
| 4.4.4   | Instalaciones auxiliares.....   | 60 |
| 4.4.5   | Capacidad de despacho.....  | 60 |
| 4.4.6   | Disponibilidad de equipos.....  | 60 |
| 4.5.    | Condiciones de Seguridad en el Uso del GNC .....                                  | 61 |

## CAPITULO V

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 5.    | INVERSIONES REQUERIDAS Y ASPECTOS FINANCIEROS DEL PRDGRAMA DE SUSTITUCION..... | 62 |
| 5.1   | Inversiones.....   | 62 |
| 5.2   | Costo de Capital de la Estación de Servicios...                                | 62 |
| 5.3   | Costo de los Centros de Conversión.....  | 62 |
| 5.4   | Costo de Publicidad, Propaganda y Vehículos de Demostración.....               | 67 |
| 5.5   | Costo Promedio del Equipo de Conversión.....                                   | 67 |
| 5.6   | Costo de Mantenimiento .....   | 71 |
| 5.7   | Costos de Operación.....   | 71 |
| 5.7.1 | Costos de operación estación de servicio.....                                  | 71 |
| 5.7.2 | Costos centros de conversión.....  | 71 |
| 5.7.3 | Costos de gerencia.....  | 71 |
| 5.7.4 | Depreciaciones y obsolescencia.....  | 75 |
| 5.8   | Inversiones y Costos para el Plan Nacional de Implementación.....              | 75 |

## CAPITULO VI

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 6.    | EVALUACION DE LA RENTABILIDAD COMERCIAL DEL PLAN DE IMPLEMENTACION..... | 83 |
| 6.1   | Premisas Globales.....  | 83 |
| 6.2   | Estado de Pérdidas y Ganancias.....                                     | 84 |
| 6.3   | Rentabilidad Comercial.....   | 87 |
| 6.3.1 | Opción de pago del equipo al contado.....                               | 87 |
| 6.3.2 | Opción de pago del equipo a 540 días plazo.....                         | 90 |
| 6.3.3 | Venta de los kits al usuario.....                                       | 90 |

## CAPITULO VII

|     |                                    |    |
|-----|------------------------------------|----|
| 7.  | INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL.....    | 94 |
| 7.1 | Red de estaciones de servicio..... | 94 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 7.2   | Instalaciones para la Conversión y Mantemiento de Vehículos..... | 94 |
| 7.3   | Normas de Seguridad.....   | 95 |
| 7.3.1 | Distribución de gas natural.....                                 | 95 |
| 7.3.2 | Estaciones de servicio de G.N.C.....                             | 95 |
| 7.3.3 | Vehículos alimentados por G.N.C.....                             | 95 |
| 7.4   | Organización y Estructura de la Entidad Empresarial.....         | 95 |

#### CAPITULO VIII

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 8.    | PLAN DE IMPLEMENTACION.....                    | 97 |
| 8.1   | Iniciación y Demostración.....                 | 97 |
| 8.1.1 | Iniciación.....                                | 97 |
| 8.1.2 | Programas de demostración.....                 | 98 |
| 8.2   | Desarrollo de la Industria.....                | 98 |
| 8.2.1 | Establecimiento de centros de conversión.....  | 99 |
| 8.2.2 | Establecimiento de estaciones de servicio..... | 99 |

#### CAPITULO IX

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 9.      | ANALISIS DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DEL PROYECTO OE SUSTITUCION DE GASOLINA AUTOMOTRIZ POR G.N.C.....                  | 101 |
| 9.1     | Aspectos Conceptuales Relevantes.....   | 101 |
| 9.2     | Metodología Empleada.....   | 102 |
| 9.3     | Aspectos Financieros.....   | 103 |
| 9.4     | Rentabilidad Económica Nacional de la Inversión en el Proyecto de G.N.C. en Bolivia y el Valor Social de su Producción..... | 104 |
| 9.5     | Beneficios Indirectos.....  | 110 |
| 9.5.1   | Beneficios para el medio ambiente.....  | 110 |
| 9.5.2   | Beneficios para el usuario.....   | 114 |
| 9.5.2.1 | Deterioro de motores.....   | 114 |
| 9.5.2.2 | Ahorro por consumo de G.N.C.....  | 114 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 9.6   | Corrientes de Recursos Originados por el Proyecto.....           | 116 |
| 9.7   | Evaluación de los Beneficios del Consumo Global Social.....      | 117 |
| 9.8   | Evaluación Económica del Proyecto de Sustitución.....            | 125 |
| 9.9   | Impacto del Proyecto de Sustitución en la Economía Nacional..... | 129 |
| 9.9.1 | Valor agregado, desarrollo regional y nacional.                  | 130 |

#### CAPITULO X

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 10.    | EL VALOR SOCIAL DE LA PRODUCCION DE GAS NATURAL COMPRIMIDO Y SU COMERCIALIZACION.....  | 131 |
| 10.1   | Estimación de la Ecuación de Demanda de Exportaciones para Gas Natural y Gasolina..... | 132 |
| 10.1.1 | Aspectos conceptuales relevantes.....  | 132 |
| 10.2   | Especificaciones de las Ecuaciones de Exportación.....                                 | 134 |
| 10.3   | Elasticidad Precio y Elasticidad Ingreso para Gas y Gasolina.....                      | 137 |
| 10.4   | Políticas para el Sector Hidrocarburos.....  | 139 |
| 10.5   | Políticas Específicas para la Implementación de Gas Natural Comprimido.....            | 140 |

#### CAPITULO XI

|      |                                     |         |
|------|-------------------------------------|---------|
| 11.  | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 143     |
| 11.1 | Conclusión General.....             | 150     |
|      | ADDENDUM.....                       | 151     |
|      | BIBLIOGRAFIA.....                   | 163     |
|      | ANEXOS.....                         | 166-183 |

## A B R E V I A T U R A S

|                |   |
|----------------|---|
| B.P.C.         | Billones de Pies Cúbicos                                      |
| BTU            | British Thermal Units   |
| B/C            | Relación Beneficio Costo                                      |
| BIRF           | Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento              |
| Bs.            | Bolivianos  |
| C.C.           | Consumo de Combustible  |
| °C             | Grado centígrado  |
| c.c.           | Centímetro Cúbico   |
| Cbba.          | Cochabamba  |
| CEPAL          | Comisión Económica para América Latina y el Caribe            |
| G.N.C.         | Gas Natural Comprimido  |
| Hr             | Hora  |
| Km             | Kilómetro   |
| LIBOR          | London Interbank Offered Rate                                 |
| Lt             | Litros  |
| m <sup>3</sup> | Metros Cúbicos  |
| MMPCD          | Millones de Pies Cúbicos Día                                  |
| MMbld          | Millones de Barriles Día                                      |
| MPCD           | Millar de Pies Cúbicos Día                                    |
| MPCgn          | Millar de Pies Cúbicos de Gasolina                            |
| N°             | Número  |
| OCDE           | Organización de Corporación y Desarrollo Económico            |
| ONU DI         | Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial |
| OLADE          | Organización Latinoamericana de Energía                       |
| P.A.           | Parque Automotor  |
| P.C.           | Pies Cúbicos  |
| P.Cgn          | Pies Cúbicos de Gasolina                                      |
| P.R.           | Período de Repago   |

|          |  |
|----------|--|
| Psi      | Pounds per Square Inchs (libras/pulgada <sup>2</sup> ) |
| SCZ      | Santa Cruz   |
| TIR      | Tasa Interna de Retorno                                |
| VAN      | Valor Actual Neto                                      |
| Y.P.F.B. | Yacimientos Petroliferos Fiscales Bolivianos           |

## I. INTRODUCCION

El uso y aprovechamiento óptimo de los recursos naturales no renovables es una meta económica universal, tanto para los países desarrollados como para los que están en vías de desarrollo. En ese entendido la administración científica de la energía es de vital importancia para países como Bolivia que cubre sus necesidades existentes y cuenta con suficientes y significativos excedentes exportables.

El bajo nivel de nuestras reservas de líquidos y la creciente demanda interna de los mismos, hacen imperiosa la necesidad de ingresar a una política de sustitución de hidrocarburos líquidos por el gas natural. La gasolina automotriz es un aspecto que cobra cada vez mayor relieve en nuestra economía. Entre las alternativas que la sustituyan se encuentra el Gas Natural Comprimido, combustible capaz de ser producido en nuestro país.

Desde hace algunos años atrás, principalmente desde la llamada "Crisis del petróleo", los países importadores han buscado formas diversas de sustitución de los derivados del petróleo por nuevas fuentes de energía. En particular ha concitado especial atención la sustitución de algunos carburantes como la gasolina y el diésel por Gas Natural Comprimido. Los resultados han sido bastante alentadores en Nueva Zelandia (1), Italia

---

(1) Liquid Fuels Management Group Ltd. 1986 b "Compressed Natural Gas (GNG) as a Petrol Substitute in New Zeland".

y Argentina, donde ya se han implementado programas de sustitución.

Dentro de este contexto la división gas de Y.P.F.B. ha elaborado el proyecto de viabilidad para el reemplazo de Gasolina por Gas Natural Comprimido. El mencionado programa contiene la información Técnico-Financiera necesaria para poner en marcha la sustitución antes mencionada.

El presente trabajo de Tesis ha tomado como base el citado proyecto, el que ha sido sometido a una reevaluación financiera e incorporando conceptos Macroeconómicos que han permitido evaluar el impacto en la economía nacional, empleando la metodología Beneficio-Costo con la técnica de los precios sombra y análisis de elasticidades del Valor Social de la Producción.

## II. MARCO TEORICO

La dificultad de poder encontrar material adecuado para proponer un marco conceptual especializado en el sector energía y que sobre todo haga un enfoque socio-económico de nuestro país, constituye un gran obstáculo para cualquier investigación, más si consideramos que dicho sector es relativamente nuevo en América Latina.

Si bien los países del Centro o desarrollados poseen tecnologías concretas y dirigidas específicamente al sector energía, serían dos las restricciones con las que nos enfrentamos:

- Diferente concepción de la realidad en que se desarrollan, comparada con nuestra realidad socio-económica, y
- Poca facilidad de obtener material en forma rápida y pormenorizada.

Esta situación sin embargo no es obstáculo para desenvolverse dentro de un marco teórico. Para esto emplearemos la conceptualización teórica de la Comisión Económica Para América Latina y el Caribe, CEPAL.

"Para permitir el paso del análisis económico o del análisis sociológico usuales en una interpretación global del desarrollo, es necesario estudiar desde el inicio las conexiones entre sistema económico y la organización social y política de las sociedades subdesarrolladas, no sólo en ellas y entre ellas, sino también en relación con los países desarrollados, pues

la especificidad histórica de la situación del subdesarrollo hace precisamente de la relación entre sociedades "Periféricas" y "Centrales"." (2).

"Dentro del Esquema de la división internacional del trabajo, a la América Latina venía a corresponderle, como parte de la periferia del sistema económico mundial, el papel específico de producir alimentos y materias primas para los grandes centros industriales." (3).

Es en este orden de composición, que los países de la región consumen una pequeña porción, 12% de la energía comercial del mundo, pero sus necesidades económicas crecen más rápidamente que las de países desarrollados; su demanda de energía comercial se incrementa a mayor velocidad que el Producto Interno Bruto, gracias al acelerado crecimiento de sus ciudades, industrias, el transporte motorizado y otras actividades con un uso intensivo de energía. En el pasado gran parte de la mayor demanda ha sido satisfecha por el Petróleo, la mayoría de los países que buscan el desarrollo han debido importarlo.

El incremento del costo de la energía en las décadas 70-80, ha intensificado la urgente necesidad de aumentar

---

(2) CARDDZO, F.M. y FALETA Enzo, Dependencia y Desarrollo de América Latina, Centro de Publicaciones F.C.E.F., 1986.

(3) PREBISCH, Raúl, El Desarrollo Económico de América Latina y Algunos de sus Problemas, CEPAL, 1981.

"Organización Latinoamericana de Energía, OLADE. En forma coincidente con algunas organizaciones de cooperación, centros académicos especializados e investigadores de vanguardia, se suman al planteamiento de análisis al sector energético como parte integral de la Macro-Economía y en consecuencia sostienen que la formulación de políticas y estrategias energéticas deben ser concordantes con las estrategias y políticas más generales de desarrollo de cada uno de sus países miembros." (4).

En este sentido, se debe realizar un análisis sobre los problemas de gran magnitud que impiden el desarrollo para la región; los problemas fundamentales que se detectan son:

- Elevada deuda externa, que en valores nominales para la región alcanza a 400 mil millones de dólares estadounidenses, situación que produce asfixia a las economías periféricas, de no cambiar sustancialmente; traerá problemas en cualquier acción referente a inversiones, especialmente si éstas son en divisas.
- El deterioro de los términos de intercambio a valores semejante con los de la gran depresión de los años 30. "El problema del deterioro de los términos de intercambio, está asociado con dos elementos explicativos según la CEPAL: a) lentitud en la

---

(4) NATASHA, June, El Balance Energético como una Herramienta de Planificación, San Carlo de Bariloche, Argentina 1987.

demanda externa para los productos primarios; b) dispar asignación de gastos para las importaciones entre el Centro y la Periferia"<sup>(5)</sup>.

- Proteccionismo cada vez más severo y discriminatorio, por parte de los países industrializados o centrales con prácticas discriminatorias que afectan las exportaciones de países en desarrollo, que no logran colocar sus productos y ven deteriorar sus precios de manera continua.
- Dificultad para obtener financiamiento para inversiones de desarrollo; esto, provocado por problemas al no poder cubrir amortización e intereses de la deuda contraída en el pasado. Paradójicamente, la región es exportadora neta de capitales hacia países desarrollados.

OLADE indica que las opciones que enfrenta la región no puede basarse en una actitud pasiva con respecto a las políticas de países centrales, en esta concepción es que la energía es uno de los vehículos fundamentales para la transformación productiva del sector industrial, del agropecuario, de los servicios y obviamente de las condiciones de la población, constituyéndose en un elemento de integración para América Latina y El Caribe.

Eso significa utilizar cada fuente de energía en tal forma que se incremente el valor de la producción

---

(5) RODRIGUEZ, Octavio, La Teoría del Subdesarrollo de la CEPAL, Rev. Comercio, Santiago de Chile 1981.

energética de un volumen dado de recursos y se reduzca el desperdicio en cada actividad de utilización de este recurso. Aún donde el consumo per-cápita de energía es pequeño, como es el caso de la mayoría de los países de la periferia, las medidas para controlar la demanda pueden desplazar el consumo de usos de menor valor hacia otros de mayor valor, reduciendo el costo energético de la producción y promover el cambio a distintas fuentes de abastecimiento.

En el plano nacional, esto significa establecer prioridades entre los principales usos de la energía, por ejemplo, actividades industriales en oposición a actividades comerciales o domésticas, transporte público frente al transporte privado, actividades con uso intensivo frente a otras con uso no intensivo de energía y entraña además asegurar que las medidas gubernamentales sean consecuentes con estas prioridades.

Ante todo ahora que la energía ya no es barata ni abundante, la eficiencia en esta materia debe considerarse como un elemento importante en la planificación económica. A los precios actuales y posibles del petróleo y frente al costo de producción sustitutiva, la energía al igual que el capital, es un producto básico, costoso, cuyo uso requiere cuidadosa atención.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACION DE HIPOTESIS

Luego de la promulgación del Decreto Supremo 21060 el año 1985, el soporte fundamental sobre el cual se cimenta la "Nueva Política Económica" es el subsector Hidrocarburos. Este aporta con alrededor del 65% a los ingresos del Tesoro General de la Nación. En el plano externo el gas natural es el producto principal en lo que se refiere a generación de divisas por concepto de exportaciones.

En el plano interno la gasolina automotriz se ha constituido en el derivado que se encuentra directamente indexado a los ingresos del T.G.N., es así que el Título IV, Capítulo I que se refiere a precios y abastecimientos en su inciso a) dice:

"a) Hidrocarburos

Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB), fijará y ajustará quincenalmente, los precios de venta de los hidrocarburos en el mercado interno de la república; sobre la base del equivalente en pesos bolivianos al cambio oficial promedio de la quincena anterior de \$us 0,30 (treinta centavos de dólar americano), al consumidor, incluidos los impuestos por litro de gasolina de octonaje entre 82 y 85. Para las otras gasolinas los precios mantendrán un estricto proporcionalidad al octonaje. Para los demás derivados del petróleo se mantendrá la proporcionalidad de precios establecida por YPFB y justificada por una evaluación técnica energética y

por los usos, doméstico e industrial de los productos". (6).

En este entendido, de presentarse déficit de hidrocarburos líquidos, principalmente de gasolina automotriz, éste ocasionaría serios problemas a la política económica de Bolivia. Por otro lado: "Para 1985 el consumo de energía comercial alcanzó 1.167 millones de TEP y estuvo compuesto de la siguiente forma:

- i) Productos petroleros 83% (gasolina 30%).
- ii) Energía eléctrica 11%, y
- iii) Gas natural, 6%.

Sectorialmente, el de transporte es el consumidor más importante con el 51% del total, seguido por el conjunto doméstico-comercial con el 25%, la industria 21% y la agricultura con el 3%." (7). Así también el parque automotor del país se incrementó en un 17,7% entre 1986 y 1987, tasa sostenida en los últimos años." (8).

---

(6) GACETA OFICIAL, Decreto Supremo N° 21060, La Paz, Bolivia, 1985.

(7) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS, Plan Nacional de Energía, La Paz, Bolivia 1987.

(8) LUNA F. VILLARROEL, Juan, Aproximación a la Problemática del Parque Automotor, Matutino Hoy, Suplemento Análisis, 1987.

Si centramos nuestra atención en el sector transporte, podemos plantearnos la siguiente relación: "El incremento sostenido en el crecimiento del parque automotriz, se reflejará en incrementos en el consumo de combustible".

$$CC = f (PA)$$

CC = Consumo de combustible

PA = Parque automotor

Analizando este contexto nos planteamos la siguiente interrogante:

¿El parque vehicular nacional está en gradual aumento. ¿Este en un 100% funciona a gasolina o diesel-oil? De no encontrarse nuevas reservas, se produciría déficit de hidrocarburos líquidos hacia 1995, ¿cuál o cuáles serían los combustibles sustitutos para la gasolina y el diesel?

Formulación de Hipótesis.

Ante la problemática observada, un desabastecimiento de gasolina, tendría un impacto desfavorable para la economía boliviana. Por consiguiente se propone la utilización de Gas Natural Comprimido como sustituto para la gasolina automotriz (el derivado de mayor producción y consumo en el mercado interno).<sup>1</sup> La producción de este combustible permitiría satisfacer la creciente demanda de gasolina, además la sustitución posibilitaría:

† Exportar <sup>ex</sup> ~~an~~tecedentes de combustibles líquidos generando divisas para el país.

- Reducir los costos de combustibles para el usuario hasta un 75% aproximadamente y de mantenimiento en un 30 a 50%.

≠ Evitar la contaminación.

- Ofrecer mayor seguridad que otros combustibles, posee una temperatura de ignición de 600°C.

≠ Utilizar el gas natural dentro de nuestras fronteras.

Al mismo tiempo, el implementar este programa de sustitución tendría un impacto favorable para la economía en su conjunto, generando beneficios socio-económicas para el país.

#### IV. OBJETIVOS Y ALCANCES

La investigación busca alcanzar los siguientes objetivos:

##### 1) Objetivo General

- Establecer que el uso del G.N.C. como combustible automotor es de especial interés para Bolivia, que cuenta con reservas limitadas de hidrocarburos líquidos de los que el G.N.C. constituye un sustituto directo.

##### 2) Objetivos Específicos

- † Autoabastecer de carburantes al país representando ahorro en divisas, en caso de presentarse déficit.
- Generación de divisas mediante exportación de excedentes obtenidos por la sustitución.
- Utilización eficiente de capacidad ociosa actual y futura de infraestructura de transporte, al elevar el volumen transportado.

# C A P I T U L O I

## 1. ANTECEDENTES DE LA ECONOMIA BOLIVIANA

### 1.1 Generalidades

Bolivia está ingresando al quinto año del proceso de ajuste iniciado en 1985, que cualitativamente transformó su política económica doméstica (9). A pesar de que el programa de ajuste exitosamente derrotó la hiperinflación, el problema de la restricción externa aún permanece; particularmente como resultado del deterioro de los términos de intercambio. En efecto, la tasa de inflación promedio anual se estabilizó en 1988 en alrededor del 15%. Sin embargo, como resultado del deterioro en los precios internacionales de minerales e hidrocarburos el valor de las exportaciones declinó en 11,9% entre 1985 y 1988 (Cuadro N° 1).

Dos aspectos remarcables resumen el éxito del programa de ajuste boliviano. El primero está relacionado al notable cambio de una situación hiperinflacionaria en 1985 a otra de estabilidad con signos de recuperación en 1987 y 1988. El segundo aspecto se refiere a la capacidad de reinvertir positivamente la transferencia neta de recursos. Sin embargo, aún existen limitaciones al crecimiento

---

(9) UDAPE, "Resultados y Trayectoria de la Nueva Política Económica", Bases para una Política de Recuperación, La Paz, Bolivia, 1987.

CUADRO N° 1

BOLIVIA: INDICADORES MACROECONOMICOS

| ARO  | TASA DE<br>CRECIMIENTO<br>PIB REAL % | INFLACION<br>PROMEDIO<br>% | DEFICIT S.<br>PUBLICO<br>(% PIB) | TRANS. NETA<br>CAPITALES<br>(MILLONES \$US) | EXPORTACIONES<br>(MILLONES \$US) | IMPORTACIONES<br>(MILLONES \$US) | RESERVA<br>INTERNA BRUTA<br>(MILLONES \$US) |
|------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|---|
| 1980 | -1,4                                 | 47,2                       | 7,8                              | 149.2                                       | 942.2                            | 685.4                            | -101.9                                      |
| 1981 | 0,3                                  | 32,1                       | 7,5                              | 27.8  | 912.4                            | 917.1                            | -264.2                                      |
| 1982 | -4,4                                 | 123,6                      | 14,2                             | -73.9                                       | 827.7                            | 554.1                            | -328.6                                      |
| 1983 | -6,5                                 | 275,6                      | 17,9                             | -232.0                                      | 755.1                            | 576.7                            | -44.7                                       |
| 1984 | -3,0                                 | 1.281,3                    | 26,5                             | -183.5                                      | 759.8                            | 486.5                            | 103.0                                       |
| 1985 | -2,0                                 | 11.749,7                   | 10,6                             | -139.4                                      | 655.4                            | 690.9                            | 136.2                                       |
| 1986 | -2,3                                 | 276,3                      | 3,0                              | 20.1  | 620.4                            | 674.0                            | 246.6                                       |
| 1987 | 2,1                                  | 14,6                       | 6,2                              | 54.0  | 533.1                            | 786.3                            | 188.9                                       |
| 1988 | 2.8                                  | 16,5                       | 7,5                              | 123.9                                       | 580.8                            | 700.0                            | 160.9                                       |

Fuente: B.C.B. e I.N.E.

tanto de orden externo como interno, las que serán analizadas a continuación.

## 1.2 Condicionantes Externos

Los precios de los productos principales de exportación, estaño y gas natural, experimentaron un fuerte deterioro desde 1985. Efectivamente, el valor unitario de exportación de estaño en 1988 fue apenas 57% de su valor de 1985, mientras que el valor unitario de gas en 1988 representa solamente el 63% de su valor en 1985 (Cuadro N° 2).

Adicionalmente, los desequilibrios económicos de los países vecinos, particularmente Perú, Argentina y Brasil, han provocado un fuerte proceso de exportaciones ilegales hacia Bolivia que compiten deslealmente con la producción nacional. Esta situación es equivalente a una reducción continua en las tarifas efectiva de las importaciones competitivas.

Por otra parte, el diferimiento del pago por las exportaciones de gas natural a la República Argentina, produce efectos similares a los de una caída del precio internacional de las exportaciones al disminuir los ingresos en moneda extranjera del gobierno central.

El problema del servicio de la deuda externa también tiene repercusiones en el equilibrio cambiario como en el equilibrio fiscal. Efectivamente el peso del pago de intereses de la deuda reduce el ahorro

CUADRO N° 2

BOLIVIA: VALOR UNITARIO DE LAS EXPORTACIONES

(INDICE DE VALOR UNITARIO EN DOLARES)

| EXPORTACIONES<br>PRINCIPALES           | 1980  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  | 1986  | 1987  | 1988  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Estaño                                 | 100.0 | 83.4  | 75.8  | 77.1  | 72.9  | 70.9  | 33.9  | 40.8  |
| Gas Natural                            | 100.0 | 141.6 | 153.5 | 156.8 | 157.0 | 155.3 | 137.1 | 97.3  |
| Zinc                                   | 100.0 | 114.0 | 109.0 | 102.0 | 127.0 | 110.0 | 99.0  | 102.0 |
| Antimonio                              | 100.0 | 92.0  | 78.0  | 60.0  | 101.0 | 98.0  | 81.0  | 88.0  |
| Plata                                  | 100.0 | 52.3  | 36.5  | 54.5  | 40.4  | 29.1  | 26.6  | 31.7  |
| Wolfram                                | 100.0 | 101.3 | 75.0  | 56.0  | 56.0  | 45.0  | 32.0  | 31.0  |
| Valor unitario de<br>las exportaciones | 100.0 | 97.1  | 92.3  | 93.0  | 93.6  | 86.6  | 64.7  | 58.3  |

Fuente: S.C.B.

corriente del gobierno, disminuyendo los fondos disponibles para la inversión pública.

### 1.3 Condicionantes Internos

Al igual que los anteriores condicionantes; los de origen interno son de similar importancia. Unos derivados de la crisis hiperinflacionaria y otros de carácter estructural. Entre los primeros se destacan básicamente dos: a) La reducción de la inversión y el problema de las expectativas; b) Los factores estructurales están relacionados a la rigidez de los precios, a las elevadas tasas de interés y a las imperfecciones del mercado.

Una de las secuelas más visibles de la crisis hiperinflacionario está asociada al deprimido nivel de inversiones que alcanzó la economía. El Cuadro N° 3 muestra que la inversión bruta declinó de un promedio de 17,8% en 1975-1980 a uno de 10,5% en 1981-1988. La declinación del coeficiente de inversión bruta, está relacionada a la reducción de la inversión pública y la inversión privada.

CUADRO N° 3  
BOLIVIA: INVERSION BRUTA COMO PORCENTAJE DEL PIB  
(Por Ciento)

|         | <u>Promedio 1975-1980</u> | <u>Promedio 1981-1987</u> | <u>1988</u> |
|---------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| Bolivia | 17,8                      | 10,5                      | 10,0        |

Fuente: INE, Cuentas Nacionales.

La declinación de inversión pública se explica por la postergación de los gastos de inversión, dada la dramática declinación de préstamos externos en el período de crisis 1980-1985. Por su parte el deterioro de la inversión económica llevada a cabo durante el período 1980-1985, que se expresa en un déficit fiscal del 26% (10) del producto en 1985. Indudablemente esto afectó negativamente las expectativas de los agentes económicos en torno a su horizonte de inversión de largo plazo.

La crisis hiperinflacionaria de 1984-1985 ha sensibilizado el comportamiento de los agentes económicos. Consistencia y credibilidad en la política macroeconómica son principios que han sido incorporados en la racionalidad de los agentes económicos y por lo tanto cualquier factor distorsionando es rápidamente asimilado en el corto plazo.

En síntesis, resulta importante establecer que existen factores externos e internos que hacen que el proceso de expansión de la oferta agregada sea lento. Su aceleración depende no sólo de lo consistente que pueda ser la política macroeconómica doméstica sino también del esfuerzo económico externo que pueda suscitarse.

---

(10) MULLER Y ASOCIADOS, "Evaluación Económica", La Paz, Bolivia, 1988.

## 1.4 Análisis Sectorial

### 1.4.1 Sector Agrícola

Este sector contribuyó al Producto Interno Bruto de 1988 con alrededor del 22% (11), teniendo un significado económico y social fundamental para Bolivia, según datos del censo de 1976 se evidencia que el 63% de la fuerza laboral está empleada en el sector agrícola y que un 55% de la población total del país vive en áreas rurales.

Ante el futuro incierto del sector minería y una ausencia potencial de mercados para los hidrocarburos se consideran a la agricultura como principal protagonista en el comercio exterior del país, en particular los proyectos de exportación de soya.

Sin embargo, el sector agrícola está limitado por restricciones como ser:

- a) Concentración de la población en áreas de menor potencial productivo.
- b) Limitaciones del mercado nacional.
- c) Altos costos de exportación.

### 1.4.2 Sector Industrial y Manufacturero

En los últimos años este sector decreció, aunque nunca fue muy importante en la formación del PIB,

---

(11) MULLER Y ASOCIADOS, Ibidem.

10,9% (12) del Producto Interno Bruto de 1988. Encontró sus niveles más altos en la década de los sesenta y a principios del 80 con alrededor del 15%, también presenta factores adversos como ser:

- a) Mercado interno reducido.
- b) Dependencia tecnológica del exterior.
- c) Alta composición de insumos importados.

#### 1.4.3 Sector Minero

Entre 1980-1985 la industria minera se vió afectada por la crisis de los precios del mercado internacional del estaño, así también por una administración incipiente además de la inestabilidad social. Para 1987-1988 el sector minero presenta una recuperación desde el punto de vista de su participación en el PIB 6,8% (13) del PIB de 1988.

Después del colapso de los precios del estaño en 1985, varias minas han pasado a ser marginales y antieconómicas. Como resultado varias fueron cerrada, dejando a más de 30.000 trabajadores sin empleo. Para absorber esta mano de obra el gobierno del MNR creó el Fondo Social de Emergencia (FSE) y en 1989, el acuerdo patriótico MIR-ADN, la transforma en Fondo de Inversión Social (FIS).

---

(12) MULLER Y ASOCIADOS, Ibidem.

(13) MULLER Y ASOCIADOS, Ibidem.

#### 1.4.4 Sector Servicios

Este sector al contrario de los otros sectores de la economía, incrementó su participación en el PIB. Mientras la producción comercialiable de la economía (minería, hidrocarburos e industria), bajó su participación en el PIB, este sector incrementó su participación.

#### 1.5 Estabilidad y Crecimiento: Un Objetivo Dual

"La estrategia de ajuste con crecimiento, parte del principio de que el ajuste macroeconómico es una condición necesaria para lograr un crecimiento sostenido de largo plazo" (14). Bajo este argumento el programa de ajuste boliviano estuvo guiado por dos objetivos principales a cumplir: a) la corrección de los desequilibrios interno y externo como objetivos de corto plazo, y b) la transformación estructural de la economía como un objetivo de largo plazo.

A fin de corregir los desequilibrios interno y externo se definieron dos acciones de políticas: a) la primera consistió en un "shock" contractivo en la demanda agregada apoyada en políticas restrictivas en el plano fiscal y monetario; b) El segundo conjunto de acciones políticas se basó en el ajuste de los precios relativos, eliminando el sistema de control de precios y las tasas de interés liberalizadas, adicionalmente, el régimen de tipo de cambio fijo fue

---

(14) UDAPE, Ob. Cit., La Paz, Bolivia, 1987.

sustituido por el de flotación administrada. El único precio que quedó bajo control (en el sector público) fue el salario, aunque éste fue periódicamente modificado, los objetivos de este segundo conjunto de acciones fueron de restituir los mecanismos de mercado de asignación de recursos y de apoyar el equilibrio de la balanza de pagos.

Los objetivos señalados anteriormente estuvieron acompañados de importantes reformas económicas e institucionales. Entre otras, se cita la reforma tributaria y reformas institucionales, en diversas empresas públicas.

En términos de sus resultados, el programa de ajuste boliviano puede describirse como relativamente exitoso. La economía muestra un déficit fiscal reducido, una tasa de inflación mínima, una mejora en la balanza de pagos y luego de cinco años de profunda recesión, la economía ha mostrado signos de recuperación entre 1987 y 1988 (Cuadro N° 1), sin embargo con un costo social muy elevado.

En síntesis, la pregunta que surge ahora es ¿cómo preservar y ampliar el proceso de recuperación, dadas las restricciones externas e internas que afectan a la economía boliviana?

#### 1.6 Alternativas que pueden Generar Desarrollo Económico

"Uno de los cuellos de botella más importantes para el desarrollo económico de Bolivia, radica en la generación de divisas para cubrir las importaciones

de bienes tanto de capital como intermedios, necesarios para el crecimiento económico. Por tanto, es importante asignar recursos a los sectores que pueden ampliar el horizonte exportador del país.

El subsector de hidrocarburos destaca como el de mayores posibilidades de ayuda a la economía boliviana; mediante exportación de Petróleo crudo, GLP y Gas Natural" (15).

Por lo que deben realizarse acciones inteligentes para este subsector, tomando en cuenta restricciones tanto externas como internas.

En el corto y mediano plazo el desarrollo económico de Bolivia se basará en gran parte en los hidrocarburos, se debe planificar con especial cuidado los medios de transferencia de excedentes económicos de este subsector hacia otros sectores importantes como ser el agroindustrial y el minero.

En la presente década, el sector agroindustrial posiblemente jugará un rol de gran importancia, contribuyendo en la producción de la canasta alimentaria básica nacional, se espera que la soya, té, café, nueces y madera aumentarán su producción, generando excedentes exportables, pero en lo que respecta a generación de divisas sus posibilidades

---

(15) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS, "Plan Nacional de Energía", La Paz, Bolivia, 1987.

serán limitadas en comparación a las exportaciones de gas natural.

Por lo que respecta a la industria minera, la cual hasta hace pocos años ha sido al sector tradicional en la generación de divisas, probablemente su futuro no sea tan prometedor, debido más que todo a factores externos. Este hecho se refleja por el cambio en su importancia relativa en el comercio internacional frente al subsector de hidrocarburos.

El pronóstico del comportamiento económico futuro de Bolivia, se viene a convertir en un ejercicio difícil, dentro de un contexto en el cual existen variables de tipo no económicos de dificultosa producción (el caso de acuerdos posibles de exportación de gas natural) o algunas variables no cuantificables (economía informal).

No siendo el objetivo del presente trabajo hacer un análisis macroeconómico detallado, pero conciente de integrar la planeación sectorial energética en un contexto de economía nacional, pasaremos a ver el impacto del subsector hidrocarburos en la economía boliviana.

## 1.7 Impacto del Subsector Hidrocarburos

### 1.7.1 Estructura del Producto Interno Bruto

En el Cuadro N° 4, podemos ver la composición porcentual del PIB. Los sectores más importantes son el agropecuario (22,6%), la administración pública

CUADRO N° 4

ESTRUCTURA PORCENTUAL DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO

| RAMAS DE ACTIVIDAD           | 1980   | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   | 1986   | 1987   | 1988   |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PIB a precios de productor   | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| PRODUCCION DE BIENES         | 53,9%  | 52,5%  | 52,4%  | 50,8%  | 51,1%  | 50,3%  | 48,7%  | 48,2%  | 49,4%  |
| Agropecuaria                 | 18,9%  | 18,0%  | 20,3%  | 18,1%  | 22,3%  | 24,5%  | 24,1%  | 23,6%  | 22,6%  |
| Minería                      | 10,6%  | 10,9%  | 10,2%  | 10,7%  | 8,6%   | 6,9%   | 5,3%   | 5,3%   | 6,8%   |
| Extracción Petrolera         | 5,6%   | 5,9%   | 6,4%   | 6,2%   | 6,2%   | 6,1%   | 6,1%   | 6,1%   | 6,2%   |
| Manufactura                  | 15,0%  | 13,8%  | 12,4%  | 10,8%  | 10,8%  | 9,9%   | 10,4%  | 10,6%  | 10,9%  |
| Construcción                 | 3,0%   | 3,4%   | 3,1%   | 3,2%   | 3,2%   | 2,9%   | 2,8%   | 2,7%   | 2,8%   |
| SERVICIOS BASICOS            | 6,8%   | 7,5%   | 7,4%   | 7,2%   | 7,4%   | 7,6%   | 0,1%   | 8,2%   | 8,4%   |
| Electricidad, Agua y Gas     | 0,7%   | 0,8%   | 0,8%   | 0,8%   | 0,9%   | 0,9%   | 0,8%   | 0,9%   | 0,9%   |
| Transportes y Comunicaciones | 6,1%   | 6,6%   | 6,4%   | 6,4%   | 6,5%   | 6,7%   | 7,4%   | 7,4%   | 7,8%   |
| OTROS SERVICIOS              | 39,3%  | 40,0%  | 40,1%  | 42,0%  | 41,5%  | 42,2%  | 43,3%  | 43,6%  | 42,2%  |
| Comercio                     | 11,1%  | 12,0%  | 11,5%  | 10,7%  | 10,6%  | 11,1%  | 12,2%  | 12,5%  | 12,1%  |
| Bancos y Seguros             | 6,0%   | 5,6%   | 5,2%   | 5,1%   | 4,8%   | 4,3%   | 4,2%   | 4,2%   | 4,2%   |
| Propiedad de Vivienda        | 8,4%   | 0,4%   | 8,7%   | 9,4%   | 9,4%   | 9,5%   | 9,9%   | 9,7%   | 9,4%   |
| Otros Servicios              | 4,1%   | 4,0%   | 4,0%   | 4,3%   | 3,8%   | 3,6%   | 3,7%   | 3,8%   | 3,5%   |
| Serv. Imputados de Bancos    | -1,6%  | -1,6%  | -1,5%  | -1,4%  | -1,3%  | -1,2%  | -1,2%  | -1,2%  | -1,2%  |
| Administración Pública       | 10,8%  | 11,0%  | 11,7%  | 13,4%  | 13,4%  | 14,3%  | 14,0%  | 14,0%  | 13,5%  |
| Serv. Privados no Lucrativos | 0,8%   | 0,6%   | 0,6%   | 0,6%   | 0,62%  | 7,0%   | 0,7%   | 0,7%   | 0,7%   |

Fuente: EVALUACION ECONOMICA 1988, MULLER ASOCIADOS.

(13,5%), el comercio (12,1%) y el manufacturero (10,9%).

El aspecto más importante fue el decrecimiento de los sectores minero y manufacturero. Entre 1980-1988, la contribución de estos dos sectores se redujo del 25,6% al 17,7% del PIB.

Como consecuencia el sector terciario creció en importancia, a nivel agregado, representó entre 17,7% a 25,6% del PIB.

El sector de hidrocarburos creció en 4,33%, el volumen de gas producido aumentó en 7,3% y el de petróleo en 2,28% en 1988.

Lamentablemente, el incremento de la producción contrastó con la caída de los precios de exportación que declinaron en un 13,66% a lo largo de 1988. En efecto en diciembre de 1986, el precio del millón de BTU era de 3,7 dólares, en diciembre de 1987 bajó a 2,76 dólares y en diciembre de 1988 llegó a 2,24 dólares.

"El crecimiento de nuestra economía se explica por la recuperación parcial del sector minero, luego del colapso de los años pasados y es un reflejo de la formalización de la producción aurífera.

La construcción con su alto factor multiplicador y generador de empleo, desempeñó un papel preponderante en los esfuerzos para aplacar el proceso recesivo. El sector público fue el centro motor de este

crecimiento, tanto a través de las obras del Fondo Social de Emergencia como de las iniciativas de los gobiernos comunales, se pudo evidenciar la debilidad nuevamente del sector privado, debido a las altas tasas de interés, la escasez de crédito, la liberación del comercio, etc." (16).

En el sector hidrocarburos, el efecto del incremento de los volúmenes físicos de producción fue neutralizado por el deterioro sostenido de los niveles del precio del gas que se exporta a la Argentina.

#### 1.7.2 Balanza de Pagos

En el Cuadro N° 5 se muestra la Balanza de Pago para el año 1988. El déficit en Cuenta Corriente llegó a 250 millones de dólares, cifra menor a la prevista de 350 millones, este déficit fue menor al proyectado debido esencialmente a que el valor de las importaciones fue también inferior en 100 millones de dólares al monto programado para 1988.

---

(16). MULLER Y ASOCIADOS, Db. Cit., 1988.

CUADRO N° 5  
BALANZA DE PAGOS 1988  
(En Millones de US\$)

| CONCEPTO                              | 1988   |
|---------------------------------------|--------|
| I. CUENTA CORRIENTE                   |        |
| 1.1 Balanza Comercial                 | -116.6 |
| Exportación                           | 532    |
| Importación                           | -648.6 |
| 1.2 Intereses                         | -256.4 |
| Créditos                              | 15.8   |
| Débitos                               | -272.2 |
| Pagados                               | -118.4 |
| No Pagados                            | -153.8 |
| 1.3 Contratistas                      |        |
| 1.4 Otros Servicios Netos             | -18    |
| Exportación                           | -130.7 |
| Importación                           | -148.7 |
| 1.5 Transferencias Netas              | 136.6  |
| II. CUENTA CAPITAL                    | 153.9  |
| Sector Público                        | 300.8  |
| 2.1 Desembolsos corrientes            | 298.4  |
| 2.2 Desembolsos por refinanciamiento  | 150.4  |
| 2.3 Amortización                      | -169.4 |
| Pagada                                | -72.2  |
| No Pagada                             | -97.2  |
| 2.4 Corto Plazo Banca Comercial       | -8.6   |
| 2.5 Inversión Directa                 | 30     |
| 2.6 Cap. no Identificado              | -146.9 |
| TOTAL BALANZA DE PAGOS                |        |
| III. FINANCIAMIENTO                   |        |
| Reservas Internacionales Netas        | 67.6   |
| Financiamiento Excepcional            | 39.2   |
| Serv. Deuda No Pag. por Renegociación | 60.6   |
| a) Intereses                          | 59.6   |
| b) Capital                            | 1      |
| Mora Gas 1988                         | -5.7   |
| Serv. Deuda Ext. en Mora de 1987      | -22    |

Fuente: Banco Central de Bolivia.

La disminución de las importaciones se explica por la caída de las ventas del sector comercial, originada en la construcción de la demanda agregada. Debe anotarse por otro lado que el contrabando aumentó en 1988.

La cuenta Capital arrojó un superávit de 150 millones de dólares, reflejo del mayor ingreso de recursos financieros externos, por el desembolso más fluido de créditos ya contratados por un lado y la disminución del servicio de la deuda externa, que se explica por la recompra del cincuenta por ciento de la deuda comercial y renegociación de la deuda bilateral en el Club de París.

Este superávit no fue suficiente para financiar el total del déficit en cuenta corriente, cuyo saldo tuvo que cubrirse con una pérdida de reserva en un monto cercano a los 68 millones de dólares (17).

#### 1.8 Impacto Directo del Subsector Hidrocarburos

"Los posibles resultados económicos, debidos a estrategias alternativas de desarrollo económico, dependen de la interacción entre el sector (energía) y el resto de la economía." (18).

---

(17) Fuente, B.C.B.

(18) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS "Plan Nacional de Energía", La Paz, Bolivia, 1987.

La importancia relativa y los impactos del subsector petrolero en la economía boliviana, se pueden calcular para dos niveles diferentes.

#### 8.1 En Política Fiscal

En este punto presentaremos una síntesis de lo que han sido las políticas tributarias en el país; en lo referente al sector petrolero.

Para esto, presentamos un resumen del Foro Económico auspiciado por el Instituto Latinoamericano de Investigación Social (ILDIS) "Perspectivas del Gas Natural Boliviano":

"Declarada la independencia, el principio tributario minero de la legislación española fue incorporada al derecho minero boliviano, se estableció al estado como dueño de las riquezas del subsuelo, con derecho sobre la participación del producto interno y también participación sobre utilidades.

En 1916, al dictarse una legislación minera durante el gobierno del Gral. Montes, se mencionó por primera vez a las sustancias orgánicas (petróleo), determinándose el pago de una regalía del 10% y por patentes de concesión 10 centavos por hectárea y por año.

En 1920, el gobierno de Gutiérrez Guerra, liberalizó la legislación minera. Esta ley dió lugar a que la Standard Oil N.J. consolidara derechos sobre 7 millones de hectáreas y aunque se determinó la

regalía nacional del 15% y un impuesto sobre utilidades del 20%, en los hechos la Standard no cumplió, aduciendo el principio de retroactividad.

En 1921, el gobierno de Bautista Saavedra dictó la Ley Orgánica del Petróleo, la que estableció la regalía nacional del 11%, un impuesto sobre utilidades de 8 a 30% y pagó de patentes de 10 hasta 50 centavos por hectárea en explotación por año, progresiva en el tiempo.

En 1937, el gobierno del Gra1. Toro, bajo la presión del Cnl. Busch, expropió la concesión de la Standard Oil y crea YPF, se establece una regalía departamental del 11% e impuestos a los derivados del petróleo en tasas reducidas, acordes con una política de capitalización y fomento en la empresa estatal.

En 1954, durante el primer gobierno del MNR se dicta el Código del Petrolero (Davenport), el que confirma la regalía departamental del 11% y se establece un impuesto a la renta petrolera del 30% (sobre utilidades líquidas). Las disposiciones negativas del Código son: La deducción a favor de las compañías del llamado factor de agotamiento del orden del 27% de la producción.

En 1969, el gobierno del Gra1. Ovando, nacionaliza la Gulf y se dispone que YPF tribute 11% como regalía departamental y pague impuestos a los derivados.

En 1970, el gobierno del Gral. Tórres deroga el Código del Petróleo y prepara la Ley Orgánica del Petróleo que no se llega a aprobar.

En 1972, el gobierno del Gral. Bánzer dicta la Ley de Hidrocarburos, modificando la tributación como sigue: Impuesto del 12,5% sobre ventas de gasolina y diesel, regalía departamental del 11%. Se determina la participación privada a través de los contratos de operación fijando la distribución de la producción en un 50% o cercano para las compañías y el saldo para el fisco-YPFB, debiendo pagarse el impuesto nacional y la regalía de las compañías con parte de la producción que retiene YPFB.

En 1984, el gobierno del Dr. Siles Zuazo, incrementa la tributación imponiendo: Impuesto a la exportación del 15% y otro impuesto (adicional) sobre venta de carburantes en el mercado interno del 15%." (19).

En agosto de 1985, durante el gobierno del MNR y luego de la promulgación del Decreto 21060, los hidrocarburos se convirtieron en la mayor fuente de ingresos para el país en un contexto de crisis generalizada de la producción, el sector ha contribuido al T.G.N. con más del 65% de su ingreso en 1986 y con un 50% en 1988. Por otro lado, los gobiernos regionales de las zonas productoras de petróleo, han recibido más del 90% de sus ingresos de

---

(19) ILDIS, "Perspectivas del Gas Natural Boliviano", La Paz, Bolivia, 1987.

regalías de los hidrocarburos, bajo el siguiente sistema impositivo:

a) Para ventas locales

- Impuesto del 12% sobre ventas de gasolina y diesel.
- Impuesto del 15% sobre la venta de combustibles para el transporte (gasolina, gas y diesel).
- Impuesto de producción del 19% para petróleo y gas.

b) Para exportaciones

- Impuesto de exportación del 15%
- Impuesto de producción del 15%.

Como podemos ver en el Cuadro N° 6, el subsector hidrocarburos se constituye en la columna vertebral sobre la que se sostiene la política económica aplicada a partir de 1985. Sin embargo, el hecho central dentro de la política tributaria implementada para el subsector hidrocarburos en los últimos 3 años ha sido la disposición del gobierno central de crear un fondo de retención que ha fluctuado entre el 65 y 58% del total de ventas provenientes de los hidrocarburos para lograr un excedente financiero que incremente los ingresos del T.G.N. Esta restructuración de los ingresos del T.G.N. se debió al deterioro de los precios internacionales de los minerales en el mercado internacional.

**CUADRO N° 6**  
**INGRESO QUE TRANSFIERE YPFB AL T.G.N.**  
(Millones de \$us)

| IMPUESTOS                     | 1980          | 1981          | 1982          | 1983          | 1984          | 1985          | 1986          | 1987          | 1988          |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 19% Prod. Gas y Petróleo      | 59.44         | 101.17        | 107.70        | 189.72        | 115.51        | 102.86        | 92.25         | 9.96          | 61.52         |
| 15% Via Carburantes           | 0.53(a)       | -             | 0.28(c)       | -             | 13.66         | 10.51         | 26.07         | 6.13          | -             |
| 12% Via Gasolina              | 12.71         | 20.54         | 5.90          | 9.59          | 9.53          | 7.90          | 18.01         | 4.21          | -             |
| 15% Exportación               | 7.15(b)       | 0.59(c)       | 0.66(d)       | -             | 21.45         | 30.94         | 24.84         | 18.80         | -             |
| 10% IVA Tesoro y Occidental   | 0.69(c)       | 38.24(d)      | 7.53(a)       | -             | -             | -             | -             | 21.33         | 32.32         |
| 1% Trans. Tesoro y Occidental | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 2.13          | 3.28          |
| 11% Regalías                  | 47.50         | 83.80         | 94.76         | 77.92         | 89.74         | 38.89         | 52.7          | 40.20         | 35.60         |
| 1% Regalías Beni-Pando        | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 2.62          |
| Excedentes YPFB               | -             | -             | -             | -             | -             | -             | 185.12        | 200.71        | 211.80        |
| <b>TOTAL INGRESOS</b>         | <b>128.02</b> | <b>224.34</b> | <b>216.94</b> | <b>277.23</b> | <b>249.99</b> | <b>191.10</b> | <b>398.99</b> | <b>363.47</b> | <b>347.14</b> |

Fuente: YPFB Análisis Eco-Financiero 1980-1988  
Elaboración: Jorge Abad Franco - YPFB

NOTA: (a) 20% Export. RETENCIONES, IMP. + EXCEO. YPFB  
(b) 35% Dif. Prec. 1985:58%  
(c) 40% Dif. Prec. 1987:55%  
(d) Adicionales 1988:59%  
(e) 7% Exportac.

En junio de 1990, fue aprobada la Ley de Hidrocarburos que en su Título III, se refiere a Tributación y dice lo siguiente:

"Artículo 99.- La producción de hidrocarburos está sujeta a una regalía departamental compensatoria y a un impuesto nacional de acuerdo al siguiente detalle:

- Una participación departamental denominada regalía equivalente al 11% de la producción bruta en boca de pozo, pagadera en beneficio del departamento donde se origina la producción.
- Una regalía nacional compensatoria del 1% de la producción bruta en boca de pozo, pagadera al departamento del Beni en 2/3 partes y a Pando en 1/3 para los aspectos de la Ley 981 del 7 de marzo de 1988.
- Un impuesto nacional equivalente al 19% de la producción bruta en boca de pozo, en sustitución de los impuestos complementarios del IVA por Remisión de Utilidades y Renta Presunta de Empresas, que es equivalente al impuesto de utilidades.

Artículo 101.- El Estado, el departamento productor y los departamentos de Beni y Pando, percibirán el Impuesto Nacional, las Regalías Departamentales y la Regalía Nacional Compensatoria respectivamente, de acuerdo a disposiciones legales vigentes.

Artículo 103.- YPFB y las empresas contratistas de operación, percibirán tributos directos nacionales,

departamentales, municipales y universitarios, creados o por crearse, con excepción de los señalados en el artículo 99 de la Ley. Asimismo estas empresas actuarán como agentes de retención del Impuesto Complementario al IVA de sus empleados o dependientes.

Artículo 105.- Quedan exentas de todo impuesto las exportaciones de petróleo, gas natural y sus derivados y subproductos." (20).

En síntesis, los hidrocarburos fueron recuperados totalmente por el Estado y el pueblo boliviano en dos ocasiones, en 1937 y 1969, siguiendo una concepción política progresista. YPFB jugó un rol protagónico en la consolidación de esta tendencia, concordando con la ideología de liberación propugnada por sectores esclarecidos de civiles y militares. De ahí que ahora que se vive una economía mixta en cuanto a desarrollo petrolero, inmersos en una aguda crisis, la alternativa viable es fortalecer el subsector hidrocarburos. La principal empresa, YPFB, y luego de la promulgación del decreto 21060 aporta un 65% de los ingresos que percibe el T.G.N. Es gracias a este soporte que la economía se mantiene estable.

---

(20) Proyecto de Ley de Hidrocarburos, aprobado por la Cámara de Senadores, Suplemento Análisis, Junio de 1990.

## 1.8.2 En el Comercio Exterior

"La creciente importancia del subsector hidrocarburos en la economía boliviana se refleja en su participación en el total de las exportaciones, que pasaron del 5,9% en 1970, a 24,8% en 1975, a 23,66% en 1980, hasta 36,45% en 1988." (21).

En el Cuadro N° 7 se muestra la creciente importancia del gas natural en el total del mercado de las exportaciones y la crítica disminución de la participación del petróleo.

Las exportaciones de hidrocarburos se incrementaron de 158.9 millones de dólares en 1975 a 218.9 millones de dólares en 1988. Durante los años 1980 a 1985, YPFB generó el 14% del total del flujo de ingreso de divisas para el país. En 1986 el balance del déficit en cuenta corriente fue equivalente a 9,2% del PIB, sin tomar en cuenta las exportaciones de gas natural, el déficit hubiese alcanzado el 13,9% del PIB.

Después de la crisis internacional en el precio del estaño, la balanza comercial de Bolivia depende dramáticamente de un solo producto (gas natural) y de la voluntad de un solo cliente (Argentina), lo que revela la importancia fundamental del sector energético en la economía boliviana.

---

(21) MULLER Y ASDCIADDS, Db. Cit., 1988.

CUADRO N° 7  
ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LAS EXPORTACIONES  
(En Millones de Dólares Americanos)

| PRODUCTOS              | 1988           | %            | 1981         | %            | 1982         | %            | 1983         | %            | 1984         | %            | 1985         | %            | 1986         | %            | 1987         | %            | 1988         | %            |
|------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>MINERIA</b>         | 641.10         | 61,87        | 556.88       | 55,86        | 419.48       | 46,19        | 347.38       | 42,48        | 364.88       | 46,54        | 263.78       | 39,21        | 196.88       | 38,86        | 207.20       | 36,38        | 278.58       | 45,05        |
| Estaño                 | 378.18         | 36,49        | 343.10       | 34,41        | 278.38       | 38,99        | 281.38       | 25,43        | 247.88       | 31,68        | 186.60       | 27,75        | 104.18       | 16,32        | 68.98        | 12,89        | 76.68        | 12,42        |
| Antimonio              | 26.48          | 2,55         | 34.38        | 3,45         | 17.88        | 1,98         | 16.38        | 2,88         | 22.98        | 2,93         | 15.98        | 2,36         | 14.50        | 2,27         | 22.88        | 4,88         | 17.88        | 2,96         |
| Wolfram                | 47.48          | 4,57         | 43.88        | 4,32         | 33.88        | 3,76         | 28.88        | 2,45         | 18.98        | 2,42         | 10.38        | 1,53         | 6.60         | 1,03         | 5.18         | 8,89         | 5.88         | 0,97         |
| Plomo                  | 14.50          | 1,48         | 11.58        | 1,16         | 6.58         | 8,73         | 4.88         | 0,49         | 1.88         | 0,13         | 0.58         | 0,07         | 5.88         | 8,78         | 4.20         | 8,74         | 6.18         | 1,82         |
| Zinc                   | 36.70          | 3,54         | 48.48        | 4,86         | 38.48        | 4,27         | 33.48        | 4,88         | 37.38        | 4,71         | 29.58        | 4,39         | 28.88        | 4,39         | 32.88        | 5,76         | 56.68        | 9,26         |
| Plata                  | 118.38         | 11,42        | 71.70        | 7,28         | 37.18        | 4,13         | 58.38        | 7,13         | 21.48        | 2,74         | 18.20        | 1,52         | 27.38        | 4,28         | 33.38        | 5,86         | 46.68        | 7,76         |
| Oro                    |                |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              | 7.28         | 1,13         | 37.58        | 6,58         | 61.88        | 18,16        |
| Otros                  | 19.78          | 1,98         | 12.88        | 1,21         | 7.58         | 0,84         | 7.48         | 8,91         | 14.78        | 1,88         | 10.70        | 1,59         | 4.10         | 0,64         | 2.68         | 8,46         | 3.88         | 8,50         |
| <b>HIROCARBUROS</b>    | 246.20         | 23,66        | 346.58       | 34,81        | 398.48       | 44,36        | 420.18       | 51,39        | 388.98       | 49,73        | 374.58       | 55,69        | 332.58       | 52,13        | 256.88       | 44,95        | 218.98       | 36,45        |
| Petróleo               |                |              |              |              |              |              | 29.38        | 3,58         | 8.58         | 1,89         | 8.10         | 8,81         | 3.48         | 8,53         | 7.58         | 1,32         | 3.78         | 8,62         |
| Gas Natural            | 220.98         | 21,32        | 336.70       | 33,63        | 381.88       | 42,49        | 378.28       | 46,26        | 375.70       | 48,04        | 372.60       | 55,41        | 328.68       | 51,52        | 248.58       | 43,64        | 214.90       | 33,79        |
| Gas Licuado            | 22.68          | 2,18         | 3.38         | 0,33         | 4.58         | 0,58         | 4.98         | 8,60         |              |              |              |              |              |              |              |              |              | 0,88         |
| Prop. y odv.           | 1.70           | 0,16         | 6.58         | 0,65         | 12.38        | 1,37         | 7.70         | 8,94         | 4.78         | 8,68         | 1.88         | 8,27         | 0.58         | 8,88         |              |              | 0,88         | 0,88         |
| Otros                  |                |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              | 0,38         | 8,85         |
| <b>OTROS PRODUCTOS</b> | 149.98         | 14,46        | 92.88        | 9,32         | 88.48        | 8,95         | 58.18        | 6,13         | 29.28        | 3,73         | 34.38        | 5,18         | 188.50       | 17,01        | 186.38       | 18,67        | 111.18       | 18,50        |
| Café                   | 28.88          | 2,81         | 16.88        | 1,59         | 16.58        | 1,73         | 12.98        | 1,58         | 8.68         | 8,84         | 13.88        | 2,85         | 13.28        | 2,87         | 11.50        | 2,82         | 20.48        | 3,48         |
| Cueros                 | 4.98           | 8,47         | 5.28         | 0,52         | 3.28         | 0,35         | 8.88         | 0,1          | 8.88         | 8,18         | 1.48         | 8,21         | 5.28         | 8,97         | 8.10         | 1,43         | 18.88        | 3,88         |
| Castaña                | 2.98           | 0,28         | 2.50         | 8,26         | 2.28         | 8,25         | 1.88         | 8,21         | 2.38         | 0,29         | 1.48         | 0,21         | 3.58         | 8,55         | 6.78         | 1,17         | 5.68         | 8,93         |
| Goma                   | 4.78           | 0,45         | 3.20         | 8,33         | 4.28         | 8,46         | 2.78         | 8,33         | 0.80         | 0,10         | 0.58         | 0,07         | 3.88         | 8,68         | 1.98         | 0,32         | 1.88         | 8,38         |
| Azúcar                 | 51.28          | 4,94         | 5.70         | 8,57         | 8.10         | 8,98         | 12.38        | 1,5          | 6.68         | 0,84         | 1.80         | 8,27         | 4.98         | 0,77         | 8.68         | 1,58         | 18.58        | 1,75         |
| Haderas                | 31.18          | 3,88         | 18.88        | 1,81         | 11.60        | 1,29         | 7.88         | 8,95         | 6.88         | 0,77         | 5.80         | 8,26         | 22.70        | 3,56         | 38.38        | 5,42         | 21.50        | 3,58         |
| Ganado                 | 1.38           | 8,12         | 0.98         | 0,09         | 8.68         | 0,07         | 1.20         | 0,15         | 1.58         | 8,19         | 1.28         | 0,18         | 13.48        | 2,18         | 6.70         | 1,18         | 1.88         | 0,17         |
| Soya                   | 6.18           | 0,59         | 3.68         | 8,36         | 7.48         | 0,83         | 4.60         | 0,56         |              |              |              |              | 18.78        | 2,93         | 19.20        | 3,37         | 20.78        | 3,45         |
| Artesanías             | 4.28           | 0,41         | 4.80         | 8,48         | 1.18         | 8,12         | 8.68         | 0,88         | 0.18         | 0,81         | 0.38         | 0,04         | 4.98         | 8,77         | 1.08         | 0,18         | 1.88         | 0,38         |
| O. Productos           | 2.80           | 2,28         | 33.10        | 3,33         | 26.58        | 2,95         | 5.48         | 0,66         | 4.58         | 0,58         | 8.10         | 1,28         | 17.28        | 2,70         | 11.78        | 2,86         | 9.88         | 1,63         |
| <b>TOTAL EXPOR CIF</b> | <b>1.836.2</b> | <b>188,0</b> | <b>996.3</b> | <b>188,0</b> | <b>898.2</b> | <b>188,8</b> | <b>917.5</b> | <b>188,0</b> | <b>782.1</b> | <b>188,0</b> | <b>672.5</b> | <b>188,0</b> | <b>637.8</b> | <b>180,8</b> | <b>569.5</b> | <b>188,0</b> | <b>680.5</b> | <b>188,8</b> |

Fuente: Muller Asociadas.

Las perspectivas para las exportaciones bolivianas de hidrocarburos no son muy claras. El contrato de exportación a la Argentina concluye en mayo de 1992 y no existe seguridad de que el contrato se pueda prolongar más allá de dicha fecha. Aunque las negociaciones con el Brasil ya están encaminadas, las perspectivas no son muy alentadoras y la imposibilidad aparente de encontrar nuevos mercados, para el gas excedente, podrá representar un impacto negativo para la economía nacional.

Es así que se debe buscar el mercado interno para absorber el potencial gasífero de Bolivia.

## C A P I T U L O        I I

### 2.        ANTECEDENTES

#### 2.1       Balance de Reservas

"Las reservas probadas de Gas Natural alcanzan a unos 4 BPC ( $10^{12}$ ), suficientes para 40 años al ritmo de consumo y producción actual, estimándose 1 PBC más de reservas probables. Durante los últimos años la producción de Gas Natural ha oscilado alrededor de 450-460 MMPCD, de los que el 45% se exporta a la Argentina, 44% se reinyecta o se usa en plantas de Gas y solamente el 6% se consume internamente, por esta razón el Gas Natural representa no más del 22% del consumo nacional de hidrocarburos." (22).

"Las reservas probadas de hidrocarburos líquidos alcanzan 124 MMBld. en tanto que las reservas posibles se estiman en 54 MMBld., dando como resultado que de no encontrarse nuevas reservas, se produciría déficit hacia 1995. Debiéndose importar crudos para satisfacer la demanda interna." (23).

Esta situación hace imperiosa la necesidad de ingresar en un proceso de sustitución de hidrocarburos líquidos, con el fin de preservar las

---

(22) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS; Ob. Cit., 1987.

(23) Ibidem. El subrayado es propio.

reservas existentes y evitar en el futuro inmediato, la importación de estos.

## 2.2 Gas Natural Fuente de Energía

El Gas Natural es un combustible nuevo en el ámbito mundial, su amplia distribución y disponibilidad fueron establecidas sólo en los últimos 20-30 años. Las limitaciones técnicas y económicas asociadas al transporte y distribución del Gas han impedido su completo desarrollo.

Hay principalmente 2 mercados para el Gas Natural: el uso más conocido es como combustible y el segundo como materia prima para petroquímica.

En general, este sector no exige grandes inversiones de capital, una vez establecidos sistemas de transporte y distribución de gas.

## 2.3 El Gas como Combustible Automotriz

El Gas Natural Boliviano está formado predominantemente de Metano y por tanto está en fase gaseosa a temperatura y presión del ambiente, con una baja densidad energética en comparación con los combustibles líquidos.

Para su uso como combustible automotriz, es necesario comprimirlo a presiones de hasta 3000 Psi, con el GNC todavía en fase gaseosa a este grado de compresión.

#### 2.4 Experiencias en el Uso de G.N.C.

"Hoy en día el número más grande de vehículos propulsados a GNC está en Italia; a consecuencia de la escasez de gasolina, el uso del GNC alcanza actualmente a más de 310.000 vehículos con 250 estaciones de carga de GNC. En Nueva Zelandia se cuenta con más del 50% del parque automotor, convertido a GNC. Para alcanzar esa meta el gobierno promulgó una variedad de políticas, incluyendo entre ellas incentivos económicos.

Argentina comenzó hace 4 años un plan de uso de GNC que abarca la conversión de 100.000 vehículos alrededor del 15% en un plazo de 10 años. Hasta 1987 se contaba con más de 8.000 vehículos convertidos. Existiendo otros países que tienen proyectado el uso de GNC, entre los que están Francia, Tailandia, Paquistán, Egipto, etc.." (24).

---

(24) Liquid Fuel Managements Group Ltd. 1986 c Compressed Natural Gas (GNC) as a Petrol Sustitute in New Zeland.

## C A P I T U L O      I I I

### 3.      MERCADO PARA EL GAS NATURAL COMPRIMIDO

#### 3.1      Formas de Distribución de Combustibles

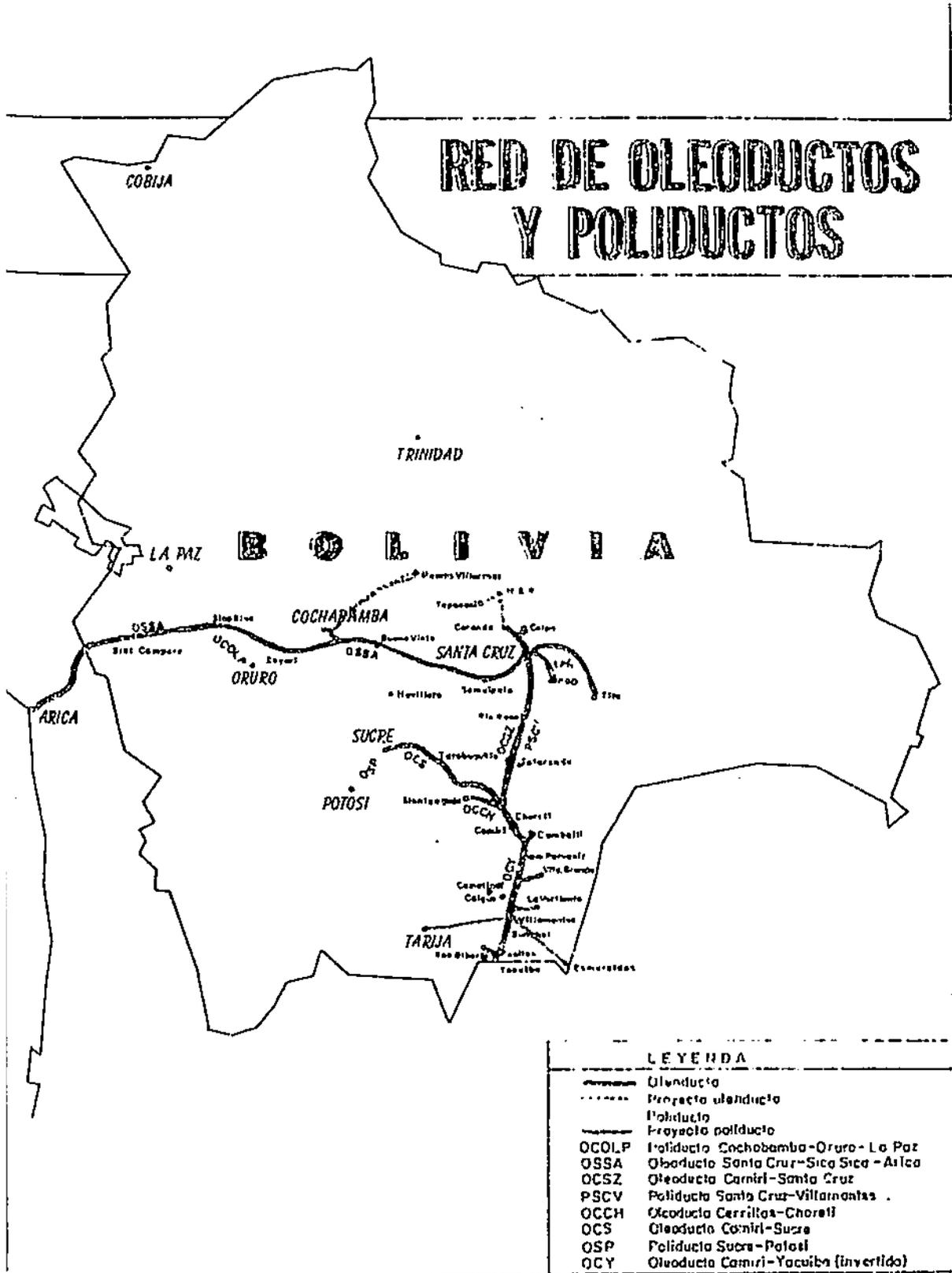
Gasolina, diesel y demás combustibles líquidos se distribuyen normalmente en todas las ciudades y poblaciones grandes del país; mientras que con Gas Natural se cuenta generalmente sólo en las principales ciudades capitales de departamento. (Ver Ilustración 3.1 y 3.2).

Hay que mencionar que los gasoductos utilizan sólo cierto porcentaje de su capacidad, por ejemplo el gasoducto al altiplano sólo es utilizado en un 20% de su capacidad real.

#### 3.2      Comportamiento de la Demanda

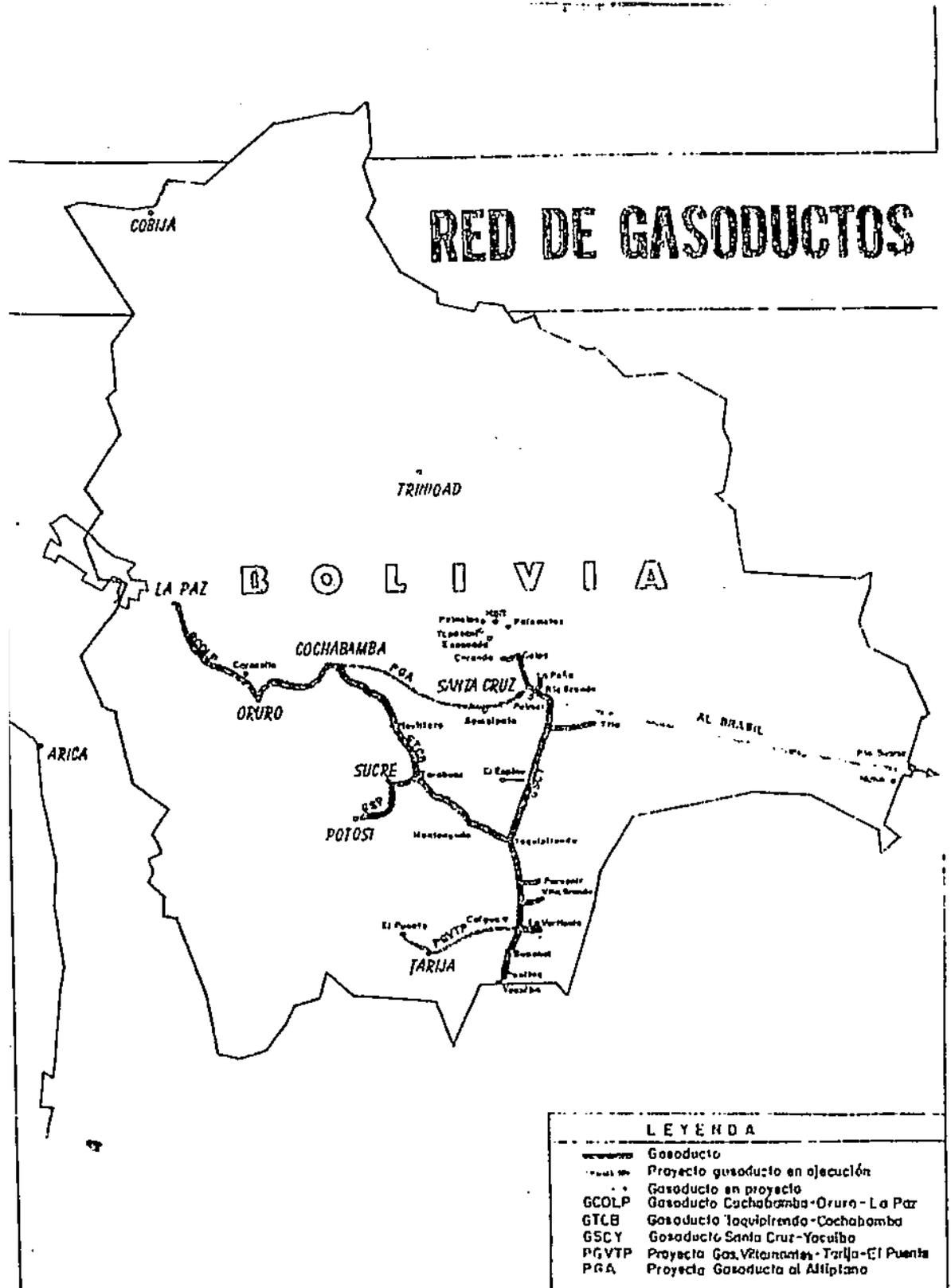
Los volúmenes totales de consumo de combustibles automotrices en las 3 principales ciudades: La Paz, Cochabamba, Santa Cruz como en el resto del país se presentan en el Cuadro 3.1, que nos muestra que el 83% de Gasolina se consume en estas 3 capitales, lo mismo que el 76% del Diesel automotriz. También se observa que cerca del 97% de gasolina y 55% de diesel se consumen en transporte. El resto del diesel se consume en transporte ferroviario, fluvial, industria y para generación de electricidad.

ILUSTRACION 3.1.



FUENTE: YPFB.

ILUSTRACION 3.2.



FUENTE: YPFB.

## CUADRO N° 3.1

CONSUMO DE COMBUSTIBLES AUTOMOTRICES  
(1988) M<sup>3</sup>

| <u>DEPARTAMENTO</u> | <u>Gasolina</u> | <u>%</u> | <u>Diesel Oil</u> | <u>%</u> |
|---------------------|-----------------|----------|-------------------|----------|
| LA PAZ              | 154.673.00      | 33,6     | 23.658.00         | 16,2     |
| SANTA CRUZ          | 130.433.00      | 28,3     | 55.965.00         | 38,2     |
| COCHABAMBA          | 97.014.50       | 21,1     | 32.520.00         | 22,2     |
| Resto del país      | 78.442.14       | 17,0     | 34.244.15         | 23,4     |
| TOTAL NACIONAL      | 460.562.64      | 100,0    | 146.387.15        | 100,0    |

Fuente: Registros de Ventas en Estaciones de Servicios, YPFB

CONSUMO ESTIMADO DE COMBUSTIBLE EN TRANSPORTE TERRESTRE  
(1988) M<sup>3</sup>

|                | <u>Gasolina</u> |     | <u>Diesel Oil</u> |     |
|----------------|-----------------|-----|-------------------|-----|
| LA PAZ         | 170.885.00      |     | 26.400.00         |     |
| SANTA CRUZ     | 144.534.00      |     | 63.120.00         |     |
| COCHABAMBA     | 104.407.00      |     | 32.795.00         |     |
| Resto del país | 85.742.00       |     | 41.413.50         |     |
| TOTAL NACIONAL | 505.568.00      | 97% | 163.728.50        | 55% |
| REGISTRADO     | 523.102.00      |     | 296.600.90        |     |

Fuente: Y.P.F.B.

### 1.3 Configuración del Parque Automotor

Es importante hacer notar que existe poca información sobre el parque automotor rodante, razón por la cual se realizó una estimación del mismo.

Se toma como fuente de datos la siguiente:

- Registro del parque vehicular, año 1987 y estadísticas de nuevos autos registrados en los últimos 15 años, proporcionados por el Departamento de Estadística y Planeamiento de la Policía Nacional.

Sin embargo, esta información es sobredimensionada considerablemente, porque no toma en cuenta mortandad y desuso de vehículos (Ver Cuadro 3.2).

#### 1.3.1 Estimación del Parque Automotor

Para una estimación adecuada del parque automotor se emplea la función de mortandad utilizada en los estudios realizados por el Banco Mundial para proyectos de GNC y que normalmente se utiliza en países como el nuestro.

Esta estimación se basa en una tasa de mortandad aplicada proporcionalmente a las edades de los vehículos que se considera máximo de 20 años, es decir considera que todos los vehículos hace más de 20 años están en desuso, además de muchos otros que se encuentran dentro del rango de mortandad anual (Ver Anexo 1).

CUADRO N° 3.2

PARQUE AUTOMOTOR NACIONAL POR TIPO DE VEHICULO

| AÑOS | AUTOS<br>(a) | CAMIONES<br>(b) | BUSES<br>(c) | CAMIONETAS | JEEPS  | VAGONETAS | VEHICULOS<br>OFICIALES | MOTOS  | TOTAL   |
|------|--------------|-----------------|--------------|------------|--------|-----------|------------------------|--------|---------|
| 1978 | 24.293       | 25.811          | 5.588        | 17.382     | 8.017  | 6.257     | 7.306                  | 25.568 | 118.222 |
| 1979 | 26.598       | 24.671          | 5.951        | 18.327     | 9.268  | 7.216     | 7.555                  | 29.127 | 128.713 |
| 1980 | 30.787       | 25.983          | 6.485        | 20.137     | 10.281 | 9.076     | 7.900                  | 35.346 | 145.995 |
| 1981 | 37.703       | 26.981          | 6.966        | 21.851     | 11.346 | 11.670    | 8.094                  | 38.534 | 163.145 |
| 1982 | 39.976       | 28.607          | 7.386        | 23.168     | 12.374 | 12.374    | 8.582                  | 40.857 | 172.980 |
| 1983 | 43.677       | 29.073          | 8.008        | 25.894     | 14.817 | 14.560    | 8.118                  | 40.514 | 184.661 |
| 1984 | 46.086       | 28.124          | 9.378        | 25.978     | 13.318 | 16.837    | 9.355                  | 45.698 | 194.774 |
| 1985 | 58.441       | 28.821          | 9.466        | 29.281     | 14.577 | 22.333    | 9.485                  | 46.723 | 219.127 |
| 1986 | 69.838       | 36.003          | 11.709       | 38.289     | 18.333 | 28.435    | 8.935                  | 47.558 | 267.210 |
| 1987 | 74.948       | 39.003          | 11.709       | 38.289     | 18.435 | 28.435    | 8.935                  | 47.558 | 267.210 |

Fuente: Policía Nacional - División de Estadística.  
 (a) 20% taxis y 80% particulares  
 (b) 40% a gasolina y 60% a diesel  
 (c) 80% a gasolina y 20% a diesel

Así se determinó que:

30% del parque automotor nacional se halla en La Paz.

30% del parque automotor nacional se halla en Santa Cruz.

21% del parque automotor nacional se halla en Cochabamba.

19% del parque automotor nacional se halla en el resto del país.

Los resultados se pueden observar en el Cuadro 3.3.

### 3.3.2 Crecimiento del Parque Automotor

La proyección del parque automotor se hizo en base a la proyección de importaciones (nuevos registros) para los próximos 15 años, a la que se aplica la misma función de mortandad (Ver Anexo 1a). A la proyección de los parques totales nacionales se aplicó el procedimiento anterior, como así también para obtener los parques departamentales por tipo y número de vehículos (Ver Cuadro 3.3.A). En tales proyecciones se tomó en cuenta factores circunstanciales tales como legalización masiva de vehículos indocumentados en años recientes, crisis económica, período inflacionario, etc., así se determinó que los incrementos porcentuales referidos al año 1988 serán:

Para 1999: 10,8%

Para 2004: 20,30%

## CUADRO N° 3.3

## PARQUE AUTOMOTOR ESTIMADO (1987)

| <u>TIPO DE VEHICULO</u> | <u>LPZ</u> | <u>SCZ</u> | <u>CBBA.</u> |
|-------------------------|------------|------------|--------------|
| <u>GASOLINA</u>         |            |            |              |
| TAXIS                   | 5.500      | 4.700      | 2.700        |
| AUTOS/VAGONETAS         | 15.400     | 15.800     | 11.500       |
| MICROS/BUSES            | 2.500      | 1.000      | 1.300        |
| CAMIONES                | 2.950      | 3.400      | 2.600        |
| CAMIONETAS              | 2.800      | 8.100      | 5.000        |
| JEEPS                   | 3.800      | 4.000      | 1.500        |
| MOTOS                   | 7.900      | 7.030      | 6.580        |
| <br>                    |            |            |              |
| OFICIALES               |            |            |              |
| Jeep/Camionetas         | 2.500      | 1.000      | 500          |
| Buses/Camiones          | 900        | 50         | 60           |
| Autos/Vagonetas         | 1.500      | 230        | 250          |
| <hr/>                   |            |            |              |
| SUBTOTAL                | 45.750     | 45.310     | 31.990       |
| <br>                    |            |            |              |
| <u>DIESEL</u>           |            |            |              |
| CAMIONETAS              |            | 100        |              |
| CAMIONES                | 1.000      | 2.000      | 1.200        |
| OMNIBUSES               | 600        | 240        | 310          |
| Camionetas Oficiales    | 800        | 500        | 200          |
| <hr/>                   |            |            |              |
| SUBTOTAL                | 2.400      | 2.840      | 1.710        |
| <hr/>                   |            |            |              |
| T O T A L               | 48.150     | 48.150     | 33.700       |

PARQUE TOTAL = 160.470 Vehículos

|            |     |        |
|------------|-----|--------|
| LA PAZ     | 30% | 48.150 |
| SANTA CRUZ | 30% | 48.150 |
| COCHABAMBA | 21% | 33.700 |
| Resto      | 19% | 30.470 |

Fuente: Banco Mundial - YPFB.

CUADRO N° 3.3.A

PROYECCION DEL PARQUE NACIONAL AUTOMOTOR POR TIPO DE VEHICULO

| AÑOS              | AUTOS<br>(a) | CAMIONES<br>(b) | BUSES<br>(c) | CAMIONETAS | JEEPS  | VAGONETAS | VEHICULOS<br>OFICIALES | MOTOS  | TOTAL   |
|-------------------|--------------|-----------------|--------------|------------|--------|-----------|------------------------|--------|---------|
| 1988              | 58.062       | 14.062          | 6.981        | 20.132     | 11.719 | 17.768    | 10.271                 | 21.474 | 160.469 |
| 1989              | 59.128       | 14.321          | 7.109        | 20.502     | 11.934 | 18.094    | 10.460                 | 21.868 | 163.416 |
| 1990              | 60.105       | 14.557          | 7.227        | 20.840     | 12.131 | 18.394    | 10.633                 | 22.230 | 166.117 |
| 1991              | 60.967       | 14.776          | 7.330        | 21.139     | 12.305 | 18.657    | 10.785                 | 22.548 | 168.498 |
| 1992              | 61.693       | 14.942          | 7.418        | 21.391     | 12.451 | 18.879    | 10.914                 | 22.817 | 170.504 |
| 1993              | 62.273       | 15.082          | 7.487        | 21.592     | 12.569 | 19.057    | 11.016                 | 23.032 | 172.108 |
| 1994              | 62.701       | 15.186          | 7.539        | 21.740     | 12.655 | 19.188    | 11.092                 | 23.190 | 173.289 |
| 1995              | 62.981       | 15.254          | 7.572        | 21.837     | 12.711 | 19.273    | 11.141                 | 23.293 | 174.063 |
| 1996              | 63.159       | 15.297          | 7.594        | 21.899     | 12.747 | 19.328    | 11.173                 | 23.359 | 174.556 |
| 1997              | 63.347       | 15.342          | 7.617        | 21.964     | 12.785 | 19.386    | 11.206                 | 23.429 | 175.076 |
| 1998 <sup>v</sup> | 63.701       | 15.428          | 7.659        | 22.087     | 12.857 | 19.494    | 11.269                 | 23.560 | 176.054 |
| 1999              | 64.350       | 15.585          | 7.737        | 22.312     | 12.988 | 19.692    | 11.384                 | 23.800 | 177.847 |
| 2000              | 65.330       | 15.823          | 7.855        | 22.652     | 13.186 | 19.992    | 11.557                 | 24.162 | 180.557 |
| 2001              | 66.581       | 16.125          | 8.000        | 23.086     | 13.438 | 20.375    | 11.778                 | 24.625 | 184.013 |
| 2002              | 67.997       | 16.468          | 8.176        | 23.577     | 13.724 | 20.808    | 12.029                 | 25.148 | 187.926 |
| 2003              | 69.448       | 16.830          | 8.355        | 24.094     | 14.025 | 21.265    | 12.293                 | 25.700 | 192.049 |
| 2004              | 71.007       | 17.197          | 8.537        | 24.620     | 14.331 | 21.730    | 12.561                 | 26.262 | 196.246 |

Fuente: Elaboración Propia en base a Anexo 1a.

### 3.3.3 Uso de Combustible en Automotores

El consumo específico de combustibles por Km. se obtuvo a partir de:

- Encuestas y estudios realizados en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz por el Banco Mundial para el Proyecto de G.N.C.
- Datos proporcionados por la Dirección de Evaluación Económica - YPFB.

### 3.3.4 Métodos de Estimación

Las estimaciones sobre consumo específico de combustibles se cimentó en los supuestos empleados en el modelo de costos de operación de vehículos en Brasil, realizados por el Banco Mundial, los que se ajustaron a condiciones de tráfico, conducción y terrenos observados en Bolivia.

El consumo anual de combustibles para cada vehículo de clase i se determinó a partir de la relación:

$C_i = D_i/S_i$ , donde:

$D_i$  = Distancia anual media recorrida (Km/año)

$S_i$  = Consumo específico de combustible (Km/lt).

(Ver Cuadro 3.4).

El volumen de combustible consumido en cada zona (Ver Cuadro 3.5) resulta de la adición de volúmenes consumidos por cada tipo de vehículo de clase i en dicha zona, esto es:

CUADRO N° 3.4  
CONSUMO PROMEDIO DE COMBUSTIBLES

| <u>TIPO VEHICULO</u> | <u>Km/Año</u> | <u>Km/Lt.</u> | <u>Lt/Año</u> |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| <u>GASOLINA</u>      |               |               |               |
| TAXIS                | 45.000        | 6.62          | 6.800         |
| AUTOS/VAGONETAS      | 12.000        | 9.02          | 1.330         |
| MICROS               | 45.000        | 3             | 15.000        |
| OMNIBUSES            | 45.000        | 2.5           | 18.000        |
| CAMIONES             | 24.000        | 2.22          | 10.800        |
| CAMIONETAS           | 15.000        | 4.87          | 3.080         |
| JEEPS                | 12.000        | 7.14          | 1.680         |
| MOTOS                | 3.000         | 20            | 150           |
| <u>DIESEL</u>        |               |               |               |
| CAMIONETAS           | 20.000        | 4.76          | 4.200         |
| CAMIONES             | 46.000        | 2.42          | 19.000        |
| OMNIBUSES            | 60.000        | 2.45          | 24.500        |

Fuente: Resultados del Banco Mundial y estimaciones de Evaluación Económica, YPFB.

## CUADRO N° 3.5

CDNSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLES (1987) M<sup>3</sup>

| <u>TIPO VEHICULO</u> | <u>LPZ</u>     | <u>SCZ</u>     | <u>CBBA.</u>   | <u>TOTAL</u>   | <u>%</u>     |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| <u>GASOLINA</u>      |                |                |                |                |              |
| TAXIS                | 37.400         | 31.960         | 18.360         | 87.720         | 20,9         |
| AUTOS/VAGONETAS      | 20.482         | 21.014         | 15.295         | 56.791         | 13,5         |
| MICROS/BUSES         | 37.500         | 15.000         | 19.500         | 72.000         | 17,1         |
| CAMIONES             | 31.860         | 36.720         | 28.080         | 96.660         | 23,0         |
| CAMIONETAS           | 8.624          | 24.948         | 15.400         | 48.972         | 11,7         |
| JEEPS                | 6.384          | 6.720          | 2.520          | 15.624         | 3,7          |
| MOTOS                | 1.185          | 1.055          | 987            | 3.227          | 0,8          |
|                      |                |                |                |                |              |
| <u>OFICIALES</u>     |                |                |                |                |              |
| Jeep/Camioneta       | 15.000         | 6.000          | 3.000          | 24.000         | 5,7          |
| Buses/Camiones       | 8.100          | 450            | 540            | 9.090          | 2,2          |
| Autos/Vagonetas      | 4.350          | 667            | 725            | 5.742          | 1,4          |
| <b>T O T A L</b>     | <b>170.885</b> | <b>144.534</b> | <b>104.407</b> | <b>419.826</b> | <b>100,0</b> |
| REGISTRADD           | 171.882        | 146.168        | 105.437        | 423.487        |              |
|                      |                |                |                |                |              |
| <u>DIESEL</u>        |                |                |                |                |              |
| CAMIONETAS           | 0              | 420            | 0              | 420            | 0,3          |
| CAMIONES             | 11.000         | 48.000         | 22.800         | 81.800         | 66,9         |
| OMNIBUSES            | 9.000          | 7.200          | 7.595          | 23.795         | 19,5         |
| Camiones Ofic.       | 6.400          | 7.500          | 2.400          | 16.300         | 13,3         |
| <b>T O T A L</b>     | <b>26.400</b>  | <b>63.120</b>  | <b>32.795</b>  | <b>122.315</b> | <b>100,0</b> |
| REGISTRAOO           | 54.544         | 104.763        | 42.445         | 201.752        |              |
| Otros Usos           | 28.144         | 41.643         | 9.650          | 79.437         |              |

Fuente: Evaluación Económica YPFB.

$V = \sum N_i C_i$       donde:

$N_i$  = número de vehículos de clase  $i$  de cada zona

$C_i$  = consumo anual de combustible por vehículos de clase  $i$  de dicha zona (lt/año).

### 3.3.5 Estimación del Consumo de Combustible Automotor

En base a los anteriores parámetros se concluye que:

- Vehículos de servicio públicos: micros, microbuses, taxis, camiones y vehículos oficiales, absorben un 70% del consumo total.
- Vehículos particulares consumen menos del 30% de gasolina y constituyen el 70% del parque automotor.
- Un 97% de gasolina se consume en transporte terrestre mientras que con diesel la proporción es sólo del 55%.
- El diesel automotor es consumido íntegramente por vehículos de servicio público de gran tamaño y el consumo específico es mucho más alto en Cochabamba y Santa Cruz.

### 3.3.6 Proyección de Consumo de Combustibles

Empleando el método de los Mínimos Cuadrados Ordinarios y a partir de datos históricos del consumo de combustible; se proyectó el consumo (Ver Cuadro N° 3.6), los resultados se resumen en:

## CUADRO N° 3.6

## PROYECCION DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES

| AÑO   | PARQUE<br>AUTOMOTOR | GASOLINA<br>(M³) | DIESEL<br>(M³) |
|-------|---------------------|------------------|----------------|
| 1973  | 84.696              | 307.358          | 114.368        |
| 1974  | 80.287              | 326.548          | 135.454        |
| 1975  | 84.125              | 364.579          | 173.404        |
| 1976  | 87.992              | 385.601          | 207.711        |
| 1977  | 90.971              | 415.265          | 257.719        |
| 1978  | 90.939              | 438.238          | 292.540        |
| 1979  | 92.504              | 452.438          | 292.632        |
| 1980  | 100.670             | 461.527          | 299.080        |
| 1981  | 108.308             | 460.995          | 299.686        |
| 1982  | 113.049             | 464.144          | 260.139        |
| 1983  | 111.120             | 452.997          | 246.520        |
| 1984  | 108.953             | 433.789          | 237.909        |
| 1985  | 122.189             | 442.652          | 236.443        |
| 1986  | 149.354             | 462.368          | 248.510        |
| 1987  | 157.345             | 515.601          | 283.007        |
| 1988* | 160.469             | 502.234          | 252.088        |
| 1989  | 163.416             | 514.060          | 256.718        |
| 1990  | 166.117             | 526.028          | 260.961        |
| 1991  | 168.498             | 538.178          | 264.701        |
| 1992  | 170.504             | 650.544          | 267.853        |
| 1993  | 172.108             | 663.140          | 270.372        |
| 1994  | 173.289             | 675.978          | 272.228        |
| 1995  | 174.063             | 689.049          | 273.444        |
| 1996  | 174.556             | 602.282          | 274.218        |
| 1997  | 175.076             | 615.499          | 275.035        |
| 1998  | 176.054             | 628.453          | 276.571        |
| 1999  | 177.847             | 640.941          | 279.388        |
| 2000  | 180.557             | 652.903          | 283.645        |
| 2001  | 184.013             | 664.438          | 289.074        |
| 2002  | 187.926             | 675.711          | 295.222        |
| 2003  | 192.049             | 686.863          | 301.699        |
| 2004  | 196.246             | 697.974          | 308.292        |

Fuente: Elaboración Propia

\* Año en que empieza la proyección.

### 3.3.6.1 Gasolina

- Para el año 2004 el consumo de gasolina será 1.35 veces mayor que el consumo de 1988.
- El parque vehicular será ese mismo año 1.22 veces mayor al de 1988.

Se tiene que el consumo específico será 1.11 veces (1.35/1.22) al actual. Es decir que el aumento neto de consumo específico de combustible será del 11%.

### 3.3.6 Diesel

Debido a que los vehículos Diesel generalmente son de gran tamaño y tienen por tanto un elevado costo de capital, sólo forman una pequeña parte del parque vehicular, el cual escasamente crecerá a corto y mediano plazo (1,1 ó 1,5% anual).

Por estas razones se espera que el consumo de Diesel Oil se mantenga constante o decrezca. En el Cuadro N° 3.6 (datos históricos) se aprecia claramente la situación mencionada; por tanto la proyección fue estimada simplemente a partir del incremento vehicular.

### 3.3.7 Posibilidades de Sustitución

Los requisitos para la sustitución serían:

- Concentración del grueso del parque automotor en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz (81%) y también del consumo de combustible (83%).

- Disponibilidad de Gas Natural en tales departamentos.
- Motores de cilindrada mayores a 1.300 cc.
- Que circulen en las ciudades nombradas o en sus cercanías.
- Que tengan muchas horas de conducción diaria (promedio) y por tanto elevado consumo de combustible.
- Con edad máxima de 5 a 5.5 años, debido al estado de los vehículos.

Los vehículos que cumplen estos requisitos son:

Microbuses y omnibuses, taxis y en menor escala, vehículos oficiales.

### 3.4 Demanda Potencial

Está constituida por vehículos de transporte público: flotas urbanas de transporte y distribución de productos, ubicada en los tres departamentos mencionados:

#### 3.4.1 Micros y Dmnibuses

Por estar agrupados en sindicatos y por su elevado consumo de combustible, se estima que el 80% del parque automotor compuesto por microbuses y omnibuses serían convertidos a GNC. En caso de aplicarse las políticas sugeridas (Capítulo 10) se convertiría el 100%.

#### 3.4.2 Taxis

Por las mismas razones citadas en el anterior punto, se estima que un 80% de taxis se convertiría a GNC.

#### 3.4.3 Camiones

Se considera que sólo un 50% de los mismos podrán ser convertidos, debido a que estos operan fuera de la ciudad.

#### 3.4.4 Vehículos Oficiales

Debido a que muchos de estos funcionan fuera del radio urbano, se estima que se convertiría sólo un 50% a G.N.C.

#### 3.4.5 Otros Vehículos

Se puede asumir que el 4% de automóviles y vagonetas particulares consumen suficiente cantidad de gasolina (3.000 lt/año) para hacer atractiva la conversión. El mismo porcentaje se puede asumir para camionetas que trabajan en distribución de productos (Ver Cuadros Nos. 3.7 y 3.7.A).

En los Cuadros Nos. 3.8, 3.8.A, 3.9 y 3.9.A se muestra respectivamente volúmenes de combustible potencialmente sustituible por GNC para los años 90 y 99, y el correspondiente consumo de Gas Natural resultante de dicha sustitución.

## CUADRO N° 3.7

PARQUE VEHICULAR QUE SE CONVERTIRIA A G.N.C.  
(1990)

| <u>TIPO DE VEHICULO</u> | <u>LPZ</u> | <u>SCZ</u> | <u>CBBA.</u> | <u>TOTAL</u> |
|-------------------------|------------|------------|--------------|--------------|
| <u>GASOLINA</u>         |            |            |              |              |
| TAXIS                   | 4.400      | 3.760      | 2.160        | 10.320       |
| AUTOS/VAGONETAS         | 616        | 632        | 460          | 1.708        |
| MICROS/BUSES            | 2.000      | 800        | 1.040        | 3.840        |
| CAMIONES                | 1.475      | 1.700      | 1.300        | 4.475        |
| CAMIONETAS              | 112        | 324        | 200          | 636          |
| OFICIALES               | 2.450      | 640        | 405          | 3.495        |
| Jeep/Camionetas         | 1.250      | 500        | 250          | 2.000        |
| Buses/Camiones          | 450        | 25         | 30           | 505          |
| Autos/Vagonetas         | 750        | 115        | 125          | 990          |
| SUBTOTAL                | 11.053     | 7.856      | 5.565        | 24.474       |
| <u>DIESEL</u>           |            |            |              |              |
| CAMIONES                | 500        | 1.000      | 600          | 2.100        |
| OMNIBUSES               | 480        | 192        | 248          | 920          |
| Camiones Oficiales      | 400        | 250        | 100          | 750          |
| SUBTOTAL                | 1.380      | 1.442      | 948          | 3.770        |
| T O T A L               | 12.433     | 9.288      | 6.513        | 28.244       |

Fuente: Evaluación Económica - YPFB.

CUADRO N° 3.7.A

PARQUE VEHICULAR QUE SE CONVERTIRIA A GNC  
(1999)

| <b>TIPO VEHICULO</b> | <b>LPZ</b>    | <b>SCZ</b>    | <b>CBBA</b>  | <b>SUBTOTAL</b> | <b>RESTO</b> | <b>TOTAL</b>  |
|----------------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|
| <b>GASOLINA</b>      |               |               |              |                 |              |               |
| TAXIS                | 1.884         | 4.174         | 2.398        | 11.455          | 2.687        | 14.142        |
| AUTOS/VAGONETAS      | 684           | 702           | 511          | 1.896           | 445          | 2.341         |
| MICROS/BUSES         | 2.220         | 888           | 1.154        | 4.262           | 1.000        | 5.262         |
| CAMIONES             | 1.637         | 1.887         | 1.443        | 4.967           | 1.165        | 6.132         |
| CAMIONETAS           | 124           | 360           | 222          | 706             | 166          | 872           |
| OFICIALES            | 2.720         | 710           | 450          | 3.879           | 910          | 4.789         |
| Jeep/Camioneta       | 1.388         | 555           | 278          | 2.220           | 521          | 2.741         |
| Buses/Camiones       | 500           | 28            | 33           | 561             | 131          | 692           |
| Autos/Vagonetas      | 833           | 128           | 139          | 1.099           | 258          | 1.357         |
| <b>SUBTOTAL</b>      | <b>12.269</b> | <b>8.720</b>  | <b>6.177</b> | <b>22.166</b>   | <b>6.372</b> | <b>30.328</b> |
| <b>DIESEL</b>        |               |               |              |                 |              |               |
| CAMIONES             | 555           | 1.110         | 666          | 2.331           | 547          | 2.878         |
| OMNIBUSES            | 533           | 213           | 275          | 1.021           | 240          | 1.261         |
| Camiones Oficiales   | 444           | 278           | 111          | 833             | 195          | 1.028         |
| <b>SUBTOTAL</b>      | <b>1.532</b>  | <b>1.601</b>  | <b>1.052</b> | <b>4.185</b>    | <b>982</b>   | <b>5.166</b>  |
| <b>TOTAL</b>         | <b>13.801</b> | <b>10.321</b> | <b>7.229</b> | <b>31.351</b>   | <b>7.354</b> | <b>38.705</b> |

Resto del país: 19% del Parque nacional  
Incremento 1990-1999: 11%

Fuente : Evaluación Económica YPFB.

## CUADRO N° 3.8

COMBUSTIBLES POTENCIALMENTE SUSTITUIBLES POR GNC  
(1990) Miles de M<sup>3</sup>/Año

| <u>TIPO DE VEHICULO</u> | <u>LPZ</u>   | <u>SCZ</u>   | <u>CBBA.</u> | <u>TOTAL</u>  | <u>% DEMANDA</u> |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| <u>GASOLINA</u>         |              |              |              |               |                  |
| TAXIS                   | 29.92        | 25.57        | 14.69        | 70.18         | 13,9             |
| AUTDS/VAGONETAS         | 1.72         | 1.77         | 1.29         | 4.78          | 0,9              |
| MICROS/BUSES            | 30.00        | 12.00        | 15.60        | 57.60         | 11,4             |
| CAMIONES                | 15.93        | 18.36        | 14.04        | 48.33         | 9,6              |
| CAMIONETAS              | 0.45         | 1.30         | 0.80         | 2.54          | 0,5              |
| OFICIALES               | 13.73        | 3.53         | 2.13         | 19.42         | 3,8              |
| Jeep/Camionetas         | 7.50         | 2.00         | 1.50         | 12.00         | 2,4              |
| Buses/Camiones          | 4.05         | 0.23         | 0.27         | 4.55          | 0,9              |
| Autos/Vagonetas         | 2.18         | 0.33         | 0.36         | 2.87          | 0,6              |
| <b>T O T A L</b>        | <b>91.75</b> | <b>62.55</b> | <b>48.55</b> | <b>202.85</b> | <b>41,1</b>      |
| <u>DIESEL</u>           |              |              |              |               |                  |
| CAMIONES                | 3.85         | 16.80        | 7.98         | 28.63         | 17,5             |
| OMNIBUSES               | 5.04         | 4.03         | 4.25         | 13.33         | 8,1              |
| Camiones Oficiales      | 2.24         | 2.63         | 0.84         | 5.71          | 3,5              |
| <b>T O T A L</b>        | <b>11.13</b> | <b>23.46</b> | <b>13.07</b> | <b>47.66</b>  | <b>29,1</b>      |

NOTAS: - Camiones 4000 lt/año, Autos parts. 2800 lt/año  
 - % de la demanda nacional en el transporte terrestre  
 - Sustitución de diesel sólo del 70%

Fuente: Evaluación Económica - YPFB.

## CUADRO N° 3.8.A.

COMBUSTIBLES POTENCIALMENTE SUSTITUIBLES POR GNC  
 (1999) Miles de M<sup>3</sup>/Año INCREMENTO 1.11

| TIPO VEHICULO      | LPZ           | SCZ          | CBBA         | RESTO        | TOTAL         | % DEMANDA   |
|--------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| <b>GASOLINA</b>    |               |              |              |              |               |             |
| TAXIS              | 33.21         | 28.30        | 16.30        | 18.27        | 96.17         | 15,0        |
| AUTDS/VAGONETAS    | 1.91          | 1.96         | 1.43         | 1.25         | 6.55          | 1,0         |
| MICROS/BUSES       | 33.30         | 13.32        | 17.32        | 15.00        | 78.93         | 12,3        |
| CAMIONES           | 17.68         | 20.38        | 15.58        | 12.58        | 66.23         | 10,3        |
| CAMIONETAS         | 0.50          | 1.44         | 0.89         | 0.66         | 3.49          | 0,5         |
| OFICIALES          | 15.23         | 3.95         | 2.37         | 5.06         | 26.61         | 4,2         |
| Jeep/Camioneta     | 8.33          | 3.33         | 1.67         | 3.12         | 16.44         | 2,6         |
| Buses/Camiones     | 4.50          | 0.25         | 0.30         | 1.18         | 6.23          | 1,0         |
| Autos/Vagonetas    | 2.41          | 0.37         | 0.40         | 0.75         | 3.93          | 0,6         |
| <b>SUBTOTAL</b>    | <b>101.84</b> | <b>69.43</b> | <b>53.89</b> | <b>52.82</b> | <b>277.98</b> | <b>43,4</b> |
| <b>DIESEL</b>      |               |              |              |              |               |             |
| CAMIONES           | 4,27          | 18.65        | 8.86         | 7.45         | 39.23         | 14,3        |
| OMNIBUSES          | 5.59          | 4.48         | 4.72         | 3.47         | 18.26         | 6,7         |
| Camiones Oficiales | 2.49          | 2.91         | 0.93         | 1.49         | 7.82          | 2,8         |
| <b>T O T A L</b>   | <b>12.35</b>  | <b>26.04</b> | <b>14.51</b> | <b>12.41</b> | <b>65.31</b>  | <b>23,4</b> |

Fuente: Evaluación Económica - YPFB

## CUADRO N° 3.9

## CONSUMO POTENCIAL DE GAS NATURAL EN AUTOMOTDRES

(199D) MMPCA

| <u>TIPO DE VEHICULO</u>     | <u>LPZ</u>      | <u>SCZ</u>      | <u>CBBA.</u>    | <u>TOTAL</u>    |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <u>GASOLINA</u> 31.01 PC/LT |                 |                 |                 |                 |
| TAXIS                       | 927.82          | 792.86          | 458.47          | 2.176.16        |
| AUTOS/VAGDNETAS             | 53.49           | 54.88           | 39.94           | 148.30          |
| MICROS/BUSES                | 930.30          | 372.12          | 483.70          | 1.786.18        |
| CAMIDNES                    | 493.99          | 569.34          | 435.36          | 1.498.71        |
| CAMIDNETAS                  | 13.89           | 40.19           | 24.81           | 78.89           |
| OFICIALES                   | 425.61          | 110.35          | 66.13           | 602.09          |
| <b>SUBDTAL</b>              | <b>2.845.10</b> | <b>1.939.74</b> | <b>1.505.49</b> | <b>6.290.33</b> |
| <u>DIESEL</u> 34.54 PC/LT   |                 |                 |                 |                 |
| CAMIONETAS                  | 132.98          | 580.27          | 275.63          | 988.88          |
| OMNIBUSES                   | 174.08          | 139.27          | 146.91          | 460.25          |
| Camiones Dficiales          | 77.37           | 90.67           | 29.01           | 197.05          |
| <b>SUBTOTAL</b>             | <b>384.43</b>   | <b>810.20</b>   | <b>451.55</b>   | <b>1.646.18</b> |
| <b>T D T A L</b>            | <b>3.229.53</b> | <b>2.749.95</b> | <b>1.957.04</b> | <b>7.936.51</b> |

Fuente: Evaluación Económica - YPFB.

## CUADRO N° 3.9.A.

## CONSUMO POTENCIAL DE GAS NATURAL EN AUTOMOTORES

| TIPO VEHICULO      | (1999)          |                 | MMPCA           |                 | 1.11   | TOTAL            |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|------------------|
|                    | LPZ             | SCZ             | CBBA            | RESTO           |        |                  |
| GASOLINA           | 31 PC/LT        |                 |                 |                 | 19.0D% |                  |
| TAXIS              | 1.029.88        | 880.08          | 505.58          | 566.61          |        | 2.932.14         |
| AUTOS/VAGONETAS    | 59.37           | 60.91           | 44.33           | 38.61           |        | 203.23           |
| MICROS/BUSES       | 1.032.63        | 413.05          | 536.97          | 465.07          |        | 2.447.72         |
| CAMIONES           | 548.33          | 631.97          | 483.27          | 390.22          |        | 2.053.79         |
| CAMIONETAS         | 15.42           | 44.61           | 27.54           | 20.54           |        | 108.11           |
| OFICIALES          | 472.43          | 122.49          | 73.40           | 156.77          |        | 825.09           |
| <b>SUBTOTAL</b>    | <b>3.158.06</b> | <b>2.153.11</b> | <b>1.671.09</b> | <b>1.637.82</b> |        | <b>8.620.08</b>  |
| <b>DIESEL</b>      |                 |                 |                 |                 |        |                  |
| CAMIONES           | 147.61          | 644.10          | 305.95          | 257.48          |        | 1.355.13         |
| OMNIBUSES          | 193.23          | 154.58          | 163.07          | 119.84          |        | 630.72           |
| Camiones Oficiales | 85.88           | 100.64          | 32.21           | 51.31           |        | 270.03           |
| <b>SUBTOTAL</b>    | <b>426.72</b>   | <b>899.33</b>   | <b>501.22</b>   | <b>428.62</b>   |        | <b>2.255.88</b>  |
| <b>T O T A L</b>   | <b>3.584.78</b> | <b>3.052.44</b> | <b>2.172.31</b> | <b>2.066.43</b> |        | <b>10.875.96</b> |

Fuente: Evaluación Económica - YPFB.

### 3.5 Demanda Real

La demanda real para G.N.C. de acuerdo al Plan de Implementación a nivel nacional para el estudio, se presenta en el Cuadro N° 3.10, en éste se observa que el porcentaje de gasolina desplazada por GNC será cerca del 15% en relación al consumo total nacional en el transporte terrestre.

Acerca del diesel, no se espera una sustitución significativa del mismo dentro del plan presentado, debido a los altos costos del equipo de conversión; además de la necesidad de instalar estaciones a mitad camino sobre las principales carreteras de Bolivia. (Ver punto 3.3.6).

### 3.6 Pautas de Localización

La localización debe basarse sobre pautas de ubicación del mercado, que contemplan densidad del consumo por zonas geográficas y concentración geográfica de parques vehiculares que se establecieron, además de otras con definición de rutas más recorridas por el transporte terrestre en viajes de larga distancia y finalmente, disponibilidad de Gas en las diferentes zonas en que se localiza el mercado de G.N.C.

#### 3.6.1 Macrolocalización

Dado que la mayor parte del movimiento vehicular se mueve entre el eje La Paz-Cochabamba-Santa Cruz, que el mayor consumo de combustible y el grueso del

CUADRO N° 3.10

DEMANDA REAL PARA EL GNC

| AÑO | VOLUMEN DE GAS<br>MMPCA |     |     |       | VOLUMEN DE GASOLINA<br>M <sup>3</sup> /AÑO |        |        |        |
|-----|-------------------------|-----|-----|-------|--|--------|--------|--------|
|     | SCZ                     | CBB | LPZ | TOTAL | SCZ  | CBB    | LPZ    | TOTAL  |
| 1   | 102                     | 0   | 0   | 102   | 3.280                                      | 0      | 0      | 3.280  |
| 2   | 191                     | 102 | 0   | 292   | 6.150                                      | 3.280  | 0      | 9.431  |
| 3   | 305                     | 191 | 102 | 597   | 9.841                                      | 6.150  | 3.280  | 19.271 |
| 4   | 400                     | 305 | 191 | 896   | 12.916                                     | 9.841  | 6.150  | 28.907 |
| 5   | 477                     | 400 | 305 | 1.182 | 15.376                                     | 12.916 | 9.841  | 38.132 |
| 6   | 559                     | 477 | 400 | 1.436 | 18.041                                     | 15.376 | 12.916 | 46.333 |
| 7   | 604                     | 559 | 477 | 1.640 | 19.476                                     | 18.041 | 15.376 | 52.893 |
| 8   | 686                     | 604 | 559 | 1.850 | 22.141                                     | 19.476 | 18.041 | 59.658 |
| 9   | 731                     | 686 | 655 | 2.072 | 23.576                                     | 22.141 | 21.116 | 66.834 |
| 10  | 814                     | 731 | 782 | 2.326 | 26.241                                     | 23.576 | 25.216 | 75.034 |

Fuente: Elaboración Propia  
Basada en el Plan de Implementación de GNC (Cap. 8).

parque automotor nacional se localiza en estos departamentos, y que la disponibilidad de Gas Natural en los mismos es un hecho, siendo la capacidad actual utilizada baja en relación a la capacidad instalada de gasoductos; es correcto afirmar que el proyecto de G.N.C. debe localizarse en estos departamentos.

Tomando en consideración otros factores, como espacio disponible, proximidad de gasoductos a ciudades y carreteras, se debe localizar estaciones de carga en las proximidades de ciudades.

### 3.6.2 Microlocalización

Debido a la disponibilidad de servicios básicos, como ser energía eléctrica, agua potable y una red de distribuidores de gas natural, el lugar más indicado para este efecto se considera la ciudad de Santa Cruz, en la zona aledaña a la salida hacia Montero, ésta reúne las condiciones adecuadas pre-establecidas, zona en la que se dispondrá un área de terreno de unos 1.900 m<sup>2</sup>, para el emplazamiento de la estación de G.N.C., en su fase experimental.

## C A P I T U L O        I V

### 4.        ESTUDIO TECNICO PARA LA IMPLEMENTACION DE GAS NATURAL           COMPRIMIDO EN BOLIVIA (25)

#### 4.1        Tecnología del Automotor

El motor de combustión interno o explosión se llama así porque en su interior se quema y se hace explotar combustible. La energía química almacenada en los combustibles se manifiesta en explosión, aprovechándose así directamente al convertirse en energía mecánica por medio del mecanismo clásico de biela-manivela sin transformaciones intermedias.

##### 4.1.1    Motores de Ciclo OTTO

Los combustibles utilizados pueden ser: Gasolina, Benzol o Metanol, cualquiera de dichos energéticos pasan de un depósito al carburador, donde se pulveriza y se mezcla con aire; esta mezcla es la que entra en los cilindros para explotar dentro de ellos por medio de una chispa eléctrica, proporcionada por el sistema de encendido..

El factor de compresión para motores de ignición por chispa (OTTO) varía entre 6.5 - 10 y su rendimiento térmico alcanza 24%. Cuanto mayor ese el número de octanos, mayor grado de compresión. Entonces se

---

(25) Este capítulo es un resumen del estudio técnico hecho por los Ingenieros Orlando Melgar y Wilfredo Vargas, Gas Natural Comprimido para Automotores, YPFB-UMSA.

tiene mayor potencia para la misma cilindrada de motor y para la misma cantidad de combustible empleado.

#### 4.1.2 Motores Ciclo Diesel (Ignición por Compresión)

Para estos motores, el combustible empleado Diesel o Gas Dil más denso que los anteriores y en este caso no se emplea el carburador ni el sistema de encendido, sino que entra solamente aire en los cilindros y en momentos oportunos se inyecta directamente Diesel que se quema sin necesidad de chispa.

El factor de compresión de estos motores varía entre el rango de 12-22 y el rendimiento térmico alcanza 34%.

La calidad del combustible se establece con el grado detonante (autoinflamación del Diesel), que se mide por número de Cetano y varía entre 40-70.

### 4.2 Equipamiento para la Conversión de Vehículos

#### 4.2.1 Motores Ciclo OTTD

Los componentes básicos de una unidad de conversión son:

##### 4.2.1.1 Cilindros de almacenamiento

Estos cilindros suelen tener paredes gruesas para soportar altas presiones de gas necesarias (unos 3500 psi); en consecuencia son pesados (50-80 Kg) y

voluminosos y hay que buscarles un lugar para instalarlos en el vehículo. Este suele ser el baúl de un coche de pasajeros, la parte trasera de una camioneta o un camión ligero, el chasis de un vehículo de gran tamaño (Ver Anexo 2).

#### 4.2.1.2 Equipo regulador

Este equipo se encarga de reducir la presión del Gas proveniente del cilindro hasta aproximadamente la presión atmosférica, para que ésta pueda tener acceso al mezclador dosificador. Debe aplicarse un sistema de calefacción con agua del radiador para compensar el enfriamiento producido con el salto brusco de presión.

#### 4.2.1.3 Mezclador aire/gas

Se coloca sobre la brida del carburador del vehículo y se encarga de proporcionar carga adecuada de combustible al motor en concordancia con sus necesidades.

#### 4.2.1.4 Accesorios

Se tiene a:

- Dos electroválvulas, una para cortar la alimentación de Gas y otra para la de gasolina, permitiendo al conductor seleccionar el combustible de su preferencia desde el tablero de control.

- Válvulas manuales de bloques, válvula de seguridad, válvula de llenado, líneas de alta y baja presión, indicador de carga.

La disposición de estos componentes en un vehículo se muestra en la Ilustración 4.1.

#### 4.2.2 Motores Ciclo Diesel

Los principales componentes del equipo de conversión son los siguientes:

- a) Cilindro de almacenamiento.
- b) Regulador de presión.
- c) Mezclador aire/gas colocado sobre el colector de aspiración del motor
- d) Sistema electrónico o mecánico que controla proporciones de combustible durante la marcha
- e) Accesorios (similar a los de ciclo OTTO).

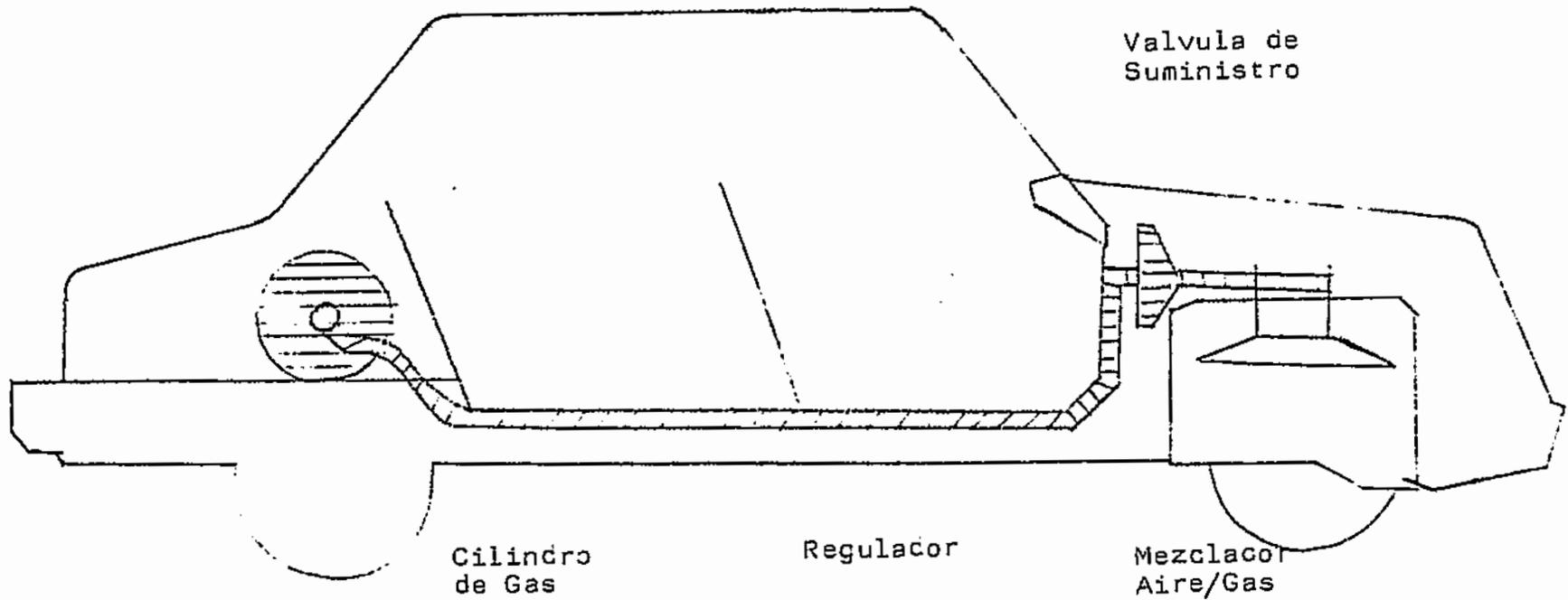
#### 4.3 Estaciones de Carga de G.N.C.

Hay dos tipos principales de estaciones de carga de G.N.C., éstos son:

##### 4.3.1 Estación de Carga Rápida

Esta toma el Gas Natural de la red de distribución y lo comprime a más de 3000-5000 psi de presión, mediante compresores de Gas Natural en los cilindros de almacenamiento y de estos es despachado a

DISPOSICION TIPICA DEL AQUIPAMIENTO DE UN VEHICULO



FUENTE: YPF3.

vehículos por medio de surtidores en forma similar a la de vehículos a gasolina o diesel (Ver Ilustración 4.2).

#### 4.3.2 Estación de Carga Lenta

En esta modalidad los vehículos reciben el combustible directamente del compresor; el tiempo de llenado varía de 3-10 horas.

#### 4.3.3 Estación Satélite

Con este tipo de estación se logra disponer de combustible gaseoso en lugares donde no existe una red de distribución de Gas (gasoductos). Sin embargo se debe considerar que la distancia máxima que justifica la instalación de la estación central y sus satélites es de 50 Kms.

### 4.4 Instalaciones de la Estación

Las principales instalaciones con que contará la planta son:

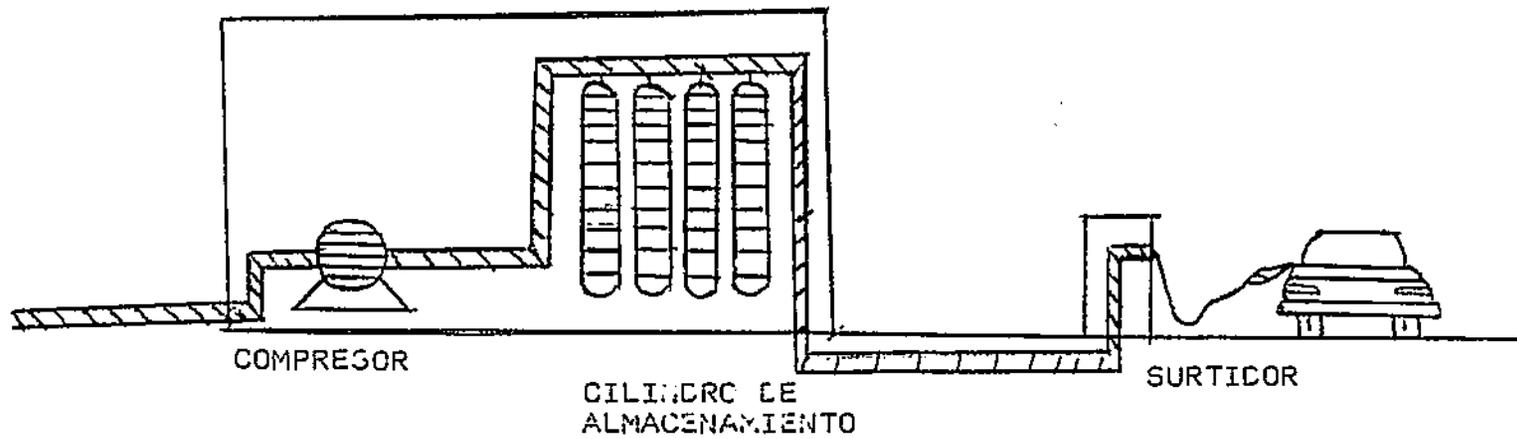
#### 4.4.1 Puente de Regulación

Su función será de proveer a los compresores una presión de succión constante, además de filtrar perfectamente el gas a utilizar.

#### 4.4.2 Sala de Compresores

Estará integrada por los compresores y el sistema de almacenaje constituido por una serie de cilindros de almacenamiento interconectados (cascada). Los

DISPOSICION DE UNA ESTACION DE SERVICIO TIPICA



FUENTE: YPFB.

compresores se encuentran cubiertos por una cabina acústica, la cual permite proteger e isonorizar la instalación.

#### 4.4.3 Playa de Carga

En ella estarán instalados surtidores, los cuales serán provistos de GNC por medio de conductos subterráneos provenientes de la sala de compresores.

#### 4.4.4 Instalaciones Auxiliares

Están constituidas por oficinas, baños, vestuarios y tableros eléctricos de toda la instalación.

#### 4.4.5 Capacidad de Despacho

La estación debe despachar 445 MPCD entre 377 vehículos atendidos diariamente, por tanto, considerando que ésta trabajará 12 horas/día durante 300 días/año, la capacidad de los compresores debe ser 37 MPCD/hr. (1948 m<sup>3</sup>/hr.). Tomando el tiempo de carga por vehículo como 6-7 minutos (carga y vuelta), se tiene que cada surtidor abastecerá a unos 110-120 automotores por día, por tanto se deberá contar con 4 bocas de carga como mínimo.

#### 4.4.6 Disponibilidad de Equipos

En el exterior existe amplia variedad de equipos para suministrar o proveer G.N.C.. Estos son de fácil acceso, particularmente en compañías establecidas en países que cuentan con GNC; entre estos se tiene por ejemplo a BIFAC (americana), PRESCDN (neozelandesa),

SAFE (italiana), además de otras subsidiarias de aquellas como COAVGAS y GASTEC de Argentina.

#### 4.5 Condiciones de Seguridad en el Uso de GNC

Se puede afirmar categóricamente que cuando se adoptan las precauciones debidas, el GNC resulta de seguridad intrínseca superior a la de combustibles líquidos tradicionales.

Asimismo y de acuerdo a experiencias recogidas en países en que se ha dado mayor disposición al uso de este combustible, no se han registrado accidentes de significación desde sus comienzos.

## C A P I T U L O V

### 5. INVERSIONES REQUERIDAS Y ASPECTOS FINANCIEROS DEL PROGRAMA DE SUSTITUCION

#### 5.1 Inversiones

En los Cuadros Nos. 5.1 hasta 5.5 se detallan todas las inversiones, materiales y servicios extranjeros para una estación de servicio, cotizados por la Cia. Presscon de origen australiano en tres modalidades de pago; 360 días plazo, 540 días plazo y pago al contado. Estos precios finales incluyen todos los impuestos, gravámenes, comisiones e intereses siendo precio CIF-Santa Cruz, Bolivia.

#### 5.2 Costo de Capital de la Estación de Servicio

Los costos de establecimiento de una estación de carga de GNC con las características siguientes: capacidad para abastecer a 1.000 vehículos pequeños ó 500 grandes por día (16 horas de operación), incluyendo 1.000 kits de conversión, siendo el pago al contado por 540 días plazo se observa en los Cuadros Nos. 5.5 y 5.5.A.

#### 5.3 Costo de los Centros de Conversión

Con una capacidad de conversión de 600 a 1.200 vehículos al año (2 a 4/día) y realizando el mantenimiento a 3.000-4.000 vehículos dependiendo del tamaño de los mismos, los costos de conversión para

## CUADRO N° 5.1

## RESUMEN DE INVERSIONES

(\$us)

|                               | <u>CONTADO</u>   | <u>360 DIAS</u>  | <u>540 DIAS</u>  |
|-------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| EQUIPOS COMPRESORES           | 388.143          | 447.685          | 478.526          |
| SURTIDORES                    | 81.056           | 93.563           | 100.040          |
| CILINDROS Y KITS              | 794.720          | 915.605          | 978.207          |
| EQUIPO CENTRO DE<br>INVERSION | 55.311           | 63.768           | 68.146           |
| INST. MECANICAS<br>ELECTRICAS | 21.993           | 25.142           | 26.757           |
| CURSO DE ENTRENAMIENTO        | 11.520           | 12.902           | 13.594           |
| TOTAL                         | <u>1.341.222</u> | <u>1.545.762</u> | <u>1.551.679</u> |

CUADRO N° 5.2

| EQUIPO DE COMPRESORES                  | (\$us)  |          |          |
|--|---------|----------|----------|
|  | CASH    | 360 DIAS | 540 DIAS |
| PRECIO CIF DFRECIDO                    | 286.000 | 286.000  | 286.000  |
| INTERES 12.00%                         |         | 34.320   | 51.480   |
|  | 286.000 | 320.320  | 337.480  |
| GRAVAMEN 20.00%                        | 57.200  | 64.064   | 67.496   |
| AG. AOUANERA 1.00%                     | 3.432   | 3.844    | 4.050    |
| I.V.A. 11.11%                          | 38.511  | 43.132   | 45.443   |
| SUBTOTAL IMPUESTOS                     | 99.143  | 111.040  | 116.989  |
| INTERES 12.00%                         |         | 13.325   | 21.058   |
| TOTAL IMPUESTOS                        | 99.143  | 124.040  | 116.989  |
| TOTAL CIF ARICA<br>IMPUESTOS A PAGAR   | 385.143 | 444.685  | 475.526  |
| DERECHO DE GRUA:<br>ENTREGA SANTA CRUZ | 3.000   | 3.000    | 3.000    |
| TOTAL CIF SANTA CRUZ                   | 388.143 | 447.685  | 478.526  |
| SURTIDORES                             |         |          |          |
| PRECIO CIF DFRECIDO                    | 60.370  | 60.370   | 60.370   |
| INTERES 12.00%                         |         | 7.244    | 10.867   |
| PRECIO EN PUERTO                       | 60.370  | 67.614   | 71.237   |
| GRAVAMEN 20.00%                        | 12.074  | 13.523   | 14.247   |
| AG. AOUANERA 0.70%                     | 507     | 568      | 598      |
| I.V.A. 11.11%                          | 8.105   | 9.077    | 9.564    |
| SUBTOTAL IMPUESTOS                     | 20.686  | 23.169   | 24.409   |
| INTERES 12.00%                         |         | 2.780    | 4.394    |
| TOTAL IMPUESTOS                        | 20.686  | 25.948   | 28.803   |
| TOTAL CIF SANTA CRUZ                   | 81.056  | 93.563   | 100.040  |

CUADRO N° 5.3

| INSTALACIONES MECANICAS ELECTRICAS      |        | (\$us) |          |          |
|---|--------|--------|----------|----------|
|   |        | CASH   | 360 DIAS | 540 DIAS |
| PRECIO CIF OFRECIDO                     |        | 18.200 | 18.200   | 18.200   |
| INTERES                                 | 12.00% |        | 2.184    | 3.276    |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| PRECIO EN PUERTO                        |        | 18.200 | 20.384   | 21.476   |
|   | 20.00% | 3.640  | 4.077    | 4.295    |
| AG. ADUANERA                            | 0.70%  | 158    | 171      | 180      |
| I.V.A.                                  | 0.00%  | 0      | 0        | 0        |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| SUBTOTAL IMPUESTOS                      |        | 3.793  | 4.248    | 4.476    |
| INTERES                                 | 12.00% |        | 510      | 806      |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| TOTAL IMPUESTOS                         |        | 3.793  | 4.758    | 5.281    |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| TOTAL CIF SANTA CRUZ                    |        | 21.993 | 25.142   | 26.757   |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| EQUIPO DE CENTRO DE CONVERSION          |        |        |          |          |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| PRECIO CIF OFRECIDO                     |        | 40.620 | 40.620   | 40.620   |
| INTERES                                 | 12.00% |        | 4.874    | 7.312    |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| PRECIO EN PUERTO                        |        | 40.620 | 45.494   | 47.932   |
| GRAVAMEN                                | 20.00% | 8.124  | 9.099    | 9.586    |
| AG. ADUANERA                            | 1.00%  | 487    | 546      | 575      |
| I.V.A.                                  | 11.11% | 5.470  | 6.126    | 6.454    |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| SUBTOTAL IMPUESTOS                      |        | 14.081 | 15.771   | 16.616   |
| INTERES                                 | 12.00% |        | 1.892    | 2.991    |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| TOTAL IMPUESTOS                         |        | 14.081 | 17.663   | 19.606   |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| TOTAL CIF ARICA<br>IMPUESTOS A PAGAR    |        | 54.701 | 63.158   | 67.538   |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| DERECHO DE GRUA Y<br>ENTREGA SANTA CRUZ |        | 610    | 610      | 610      |
| <hr/>                                   |        |        |          |          |
| TOTAL CIF SANTA CRUZ                    |        | 55.311 | 63.768   | 68.148   |

CUADRO N° 5.4

| CILINDROS Y KITS (1.000 UNIDADES)      | (\$us)  |          |          |
|--|---------|----------|----------|
|  | CASH    | 360 DIAS | 540 DIAS |
| PRECIO CIF OFRECIDO                    | 583.506 | 583.506  | 583.506  |
| INTERES 12.00%                         |         | 70.021   | 105.031  |
| PRECIO EN PUERTO                       | 583.506 | 653.526  | 688.537  |
| GRAVAMEN 20.00%                        | 116.701 | 130.705  | 137.707  |
| IG. ADUANERA 1.00%                     | 4.901   | 5.490    | 5.784    |
| I.V.A. 11.11%                          | 78.338  | 87.738   | 92.438   |
| SUBTOTAL IMPUESTOS                     | 199.940 | 223.933  | 235.929  |
| INTERES 12.00%                         |         | 26.872   | 42.467   |
| TOTAL IMPUESTOS                        | 199.940 | 250.805  | 278.397  |
| TOTAL CIF ARICA<br>IMPUESTOS A PAGAR   | 783.446 | 904.331  | 966.933  |
| DERECHO DE GRUA:<br>ENTREGA SANTA CRUZ | 11.274  | 11.274   | 11.274   |
| TOTAL CIF SANTA CRUZ                   | 794.770 | 915.605  | 978.207  |
| CURSO DE ENTRENAMIENTO                 |         |          |          |
| PRECIO OFRECIDO                        | 11.520  | 11.520   | 11.520   |
| INTERES 12.00%                         |         | 1.382    | 2.074    |
| TOTAL CIF SANTA CRUZ                   | 11.520  | 12.902   | 13.594   |

un centro en sus dos modalidades se detallan en los Cuadros Nos. 5.5 y 5.5.A.

#### 5.4 Costos de Publicidad, Propaganda y Vehículos de Demostración

Estos costos comprenden programas de publicidad, propaganda acerca del uso del GNC en automotores, por radio, televisión y publicaciones impresas, se estiman en 20.000 \$us.

También será necesario adquirir vehículos típicos bolivianos para convertirlos a GNC, permitiendo ver a los clientes el efecto que tendría en sus vehículos la conversión.

Se necesitarán mínimo 3 vehículos que significarán los siguientes costos: 1 microbus típico 30.000 \$us, 1 taxi típico 10.000 \$us y una camioneta o jeep 10.000 \$us.

#### 5.5 Costo Promedio del Equipo de Conversión

El costo promedio del equipo con sus cilindros es de 795 \$us (oferta Presscon). Este parámetro se tomará como válido para estaciones de GNC que abastecen a 1.000 vehículos pequeños o a 500 grandes - costo unitario \$us 1.590 en los años subsiguientes (Ver Cuadro N° 5.6).

## CUADRO N° 5.5

## COSTO DE ESTABLECIMIENTO ESTACION DE SERVICIO GNC

(PAGO AL CONTADO - \$US)

(Cap. 1000 m<sup>3</sup>/h)

|  | <u>LOCALES</u> | <u>EXTERIORES</u> | <u>TOTAL</u>   |
|--|----------------|-------------------|----------------|
| Terreno (1000 m <sup>2</sup> )                   | 25.000         |                   |                |
| Diseño   | 5.000          |                   |                |
| Costos de Construcción                           | 50.000         |                   |                |
| Conexión/Acometida                               | 22.000         |                   |                |
| 2 Equipos compresores<br>(500 m <sup>3</sup> /h) |                | 388.143           |                |
| 3 Surtidores (dobles)                            |                | 81.056            |                |
| Instalacion Mec. Eléct.<br>y Puesta en marcha    |                | 21.993            |                |
| <b>T O T A L E S</b>                             | <b>102.000</b> | <b>491.192</b>    | <b>593.192</b> |

## COSTOS DE ESTABLECIMIENTO CENTRO DE CONVERSION DE GNC

|                                | <u>LOCALES</u> | <u>EXTERIORES</u> | <u>TOTAL</u> |
|--------------------------------|----------------|-------------------|--------------|
| Terreno (1000 m <sup>2</sup> ) | 25.000         |                   |              |
| Diseño                         | 5.000          |                   |              |
| Costos de Construcción         | 50.000         |                   |              |
| Oficinas                       | 16.000         |                   |              |
| Equipo de Taller               | 96.000         | 55.311            | 162.831      |

## COSTO DE LOS KITS DE CONVERSION

|                                     | <u>LOCALES</u> | <u>EXTERIORES</u> | <u>TOTAL</u> |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|--------------|
| Cilindros y Kits<br>(1000 unidades) |                | 794.720           | 794.720      |

## CUADRO N° 5.5.A

COSTO DE ESTABLECIMIENTO ESTACION DE SERVICIO GNC  
(PAGO A 540 DIAS - \$US)  
(Cap. 1000 m<sup>3</sup>/h)

|  | <u>LOCALES</u> | <u>EXTERIORES</u> | <u>TOTAL</u>   |
|--|----------------|-------------------|----------------|
| Terreno (1000 m <sup>2</sup> )                   | 25.000         |                   |                |
| Diseño   | 5.000          |                   |                |
| Costos de Construcción<br>(Mano de Obra 20%)     | 50.000         |                   |                |
| Conexión/Acometida                               | 22.000         |                   |                |
| 2 Equipos compresores<br>(500 m <sup>3</sup> /h) |                | 478.526           |                |
| 3 Surtidores (dobles)                            |                | 100.040           |                |
| Instalación Mec. Eléct.<br>y Puesta en marcha    |                | 26.757            |                |
| <b>T O T A L E S</b>                             | <b>102.000</b> | <b>605.323</b>    | <b>707.323</b> |

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO CENTRO DE CONVERSION DE GNC

|  | <u>LOCALES</u> | <u>EXTERIORES</u> | <u>TOTAL</u> |
|--|----------------|-------------------|--------------|
| Terreno (1000 m <sup>2</sup> )               | 25.000         |                   |              |
| Diseño                                       | 5.000          |                   |              |
| Costos de Construcción<br>(Mano de Obra 20%) | 50.000         |                   |              |
| Oficinas<br>(Mano de Obras 20%)              | 16.000         |                   |              |
| Equipo de Taller                             |                | 68.148            |              |
| Entrenamiento (25 días)                      |                | 13.594            |              |

COSTO DE LOS KITS DE CONVERSION

|                                     | <u>LOCALES</u> | <u>EXTERIORES</u> | <u>TOTAL</u> |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|--------------|
| Cilindros y Kits<br>(1000 unidades) |                | 979.210           | 979.210      |

CUADRO N° 5.6

COSTOS TIPICOS DE LA CONVERSION AL GNC DE VEHICULOS A GASOLINA (\$us)

| SERVICIO PUBLICO           | CILINDROS |            | COSTOS |           |       |       |
|----------------------------|-----------|------------|--------|-----------|-------|-------|
|                            | N°        | CAP (Lts.) | KIT    | CILINDROS | LABOR | TDAL  |
| CAMIONES                   | 2         | 92         | 532    | 1.260     | 135   | 1.927 |
| MICROS/OMNIBUSES           | 2         | 92         | 532    | 1.260     | 135   | 1.927 |
| JEEP/CAMIONETAS            | 1         | 92         | 444    | 630       | 100   | 1.174 |
| TAXIS                      | 1         | 92         | 417    | 630       | 100   | 1.147 |
| <b>SERVICIO PARTICULAR</b> |           |            |        |           |       |       |
| JEEP/CAMIONETAS            | 1         | 60         | 444    | 370       | 100   | 914   |
| AUTOS PARTICULARES         | 1         | 60         | 312    | 370       | 100   | 782   |

Fuente: YPFB.

COSTOS TIPICOS DE LA CONVERSION DE VEHICULOS DIESEL A SISTEMA DUAL DIESEL - GNC

| SERVICIO PUBLICO | CILINDROS |            | COSTOS |           |       |       |
|------------------|-----------|------------|--------|-----------|-------|-------|
|                  | N°        | CAP (Lts.) | KIT    | CILINDROS | LABOR | TOTAL |
| OMNIBUSES        | 5         | 92         | 1.200  | 3.150     | 270   | 4.620 |
| BUSES URBANOS    | 2         | 92         | 1.200  | 1.260     | 270   | 2.730 |
| CAMIONES         | 5         | 92         | 1.200  | 3.150     | 270   | 4.620 |
| CAMIONETAS       | 1         | 92         | 800    | 630       | 150   | 1.580 |

Fuente: YPFB

## 5.6 Costo de Mantenimiento

El costo de mantenimiento de los vehículos a GNC se considerará un ingreso para los centros de conversión, consistiendo en cambio de bujías, puesta a punto, etc.. Este se estima en 150 \$us/año.

## 5.7 Costos de Operación

Los costos de operación del programa de sustitución se resumen en:

### 5.1.1 Costos de Operación Estación de Servicio

Los costos de operación por estación de servicio fueron calculados para 16 Hrs. de operación durante 300 días al año de los mismos. Entre los gastos se considera 15% de utilidad para el inversionista, lo que constituye un ítem extraordinario (Ver Cuadro N° 5.8).

### 5.7.2 Costo Centros de Conversión

Estos costos se han calculado hasta para 3 centros de conversión; es decir habrá 3 estaciones por cada centro. Si las estaciones son 20 existirán 9 centros de conversión (Ver Cuadro 5.9).

### 5.7.3 Costos de la Gerencia

La gerencia operativa deberá establecerse una vez que las redes de estaciones de servicio de GNC abarquen dos o más departamentos de Bolivia (Ver Cuadro N° 5.10).

CUADRO N° 5.8

## COSTO DE ADMINISTRACION Y OPERACION ESTACION DE SERVICIO

(Bs.)

|   | BASICO   | # | MES    | ANUAL   |
|---|----------|---|--------|---------|
| 1. SUELDOS Y SALARIOS                           | (Bs/mes) |   |        |         |
| 1. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO Y DE OPERACIONES |          |   |        |         |
| - Encargado Administrativo                      | 431      | 2 | 862    | 10.344  |
| - Operador Surtidor                             | 303      | 6 | 1.818  | 21.816  |
| <u>T O T A L</u>                                |          |   | 2.680  | 32.160  |
| - BENEFICIOS SOCIALES 45%                       |          |   | 1.206  | 14.472  |
| <u>T O T A L</u>                                |          |   | 3.886  | 46.632  |
| 2. GASTOS ADMINISTRATIVOS                       |          |   |        |         |
| A. SERVICIOS                                    |          |   | 8.170  | 98.040  |
| - Teléfono                                      |          |   | 50     | 600     |
| - Agua  |          |   | 50     | 600     |
| - Energía Eléctrica                             |          |   | 8.070  | 96.840  |
| B. GASTOS GENERALES                             |          |   |        |         |
| - Ropa de Trabajo                               |          |   |        | 864     |
| C. GASTOS OPERATIVOS                            |          |   |        |         |
| - Mantenimiento                                 |          |   | 1.000  | 12.000  |
| D. SEGUROS                                      |          |   |        |         |
| - Seguros Generales                             |          |   | 800    | 9.000   |
| <u>SUBTOTAL</u>                                 |          |   | 9.970  | 120.504 |
| E. GASTOS VARIOS                                |          |   |        |         |
| - 10% del Total                                 |          |   | 997    | 12.050  |
| F. UTILIDAD                                     |          |   |        |         |
| - 15% del Total                                 |          |   | 2.228  | 26.878  |
| <u>T O T A L (Bs)</u>                           |          |   | 17.081 | 206.064 |
| <u>T O T A L (\$us)</u>                         |          |   | 7.117  | 86.860  |

CUADRO N° 5.9

## COSTO DE OPERACION CENTRO DE CONVERSION (Bs.)

|  | BASICO<br>Hs/Mes | 1 CENTRO |       |         | 2 CENTROS |        |         | 3 CENTROS |        |         |
|--|------------------|----------|-------|---------|-----------|--------|---------|-----------|--------|---------|
|  |                  | #        | MES   | ANUAL   | #         | MES    | ANUAL   | #         | MES    | ANUAL   |
| 1. SUELDOS Y SALARIOS                        |                  |          |       |         |           |        |         |           |        |         |
| A. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO               |                  |          |       |         |           |        |         |           |        |         |
| - Jefe Departamental Administrativo          | 1.772            |          |       |         |           |        |         |           |        |         |
| - Lic. Administrativo                        | 1.263            | 1        | 1.263 | 15.156  | 2         | 2.526  | 30.312  | 3         | 3.789  | 45.468  |
| - Contador                                   | 516              |          |       |         | 1         | 516    | 6.196   | 1         | 516    | 6.192   |
| - Secretaria I                               | 329              | 1        | 329   | 3.948   | 2         | 658    | 7.896   | 3         | 987    | 11.814  |
| - Secretaria III                             | 408              |          |       |         |           |        |         | 3         | 408    | 4.896   |
| - Mensajero                                  | 244              |          |       |         | 1         | 244    | 2.928   | 1         | 244    | 2.928   |
| B. DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO |                  |          |       |         |           |        |         |           |        |         |
| - Técnico Especializado en Instrumentos      | 484              | 1        | 484   | 5.800   | 2         | 968    | 11.616  | 3         | 1.452  | 17.424  |
| - Mecánico III                               | 431              | 2        | 862   | 10.344  | 4         | 1.724  | 20.688  | 6         | 2.586  | 31.832  |
| - Mecánico I                                 | 329              | 3        | 987   | 11.844  | 6         | 1.974  | 23.688  | 9         | 2.961  | 35.532  |
| SUBTOTAL                                     |                  |          | 3.925 | 47.100  |           | 8.610  | 103.320 |           | 14.715 | 176.580 |
| - BENEFICIOS SOCIALES 45%                    |                  |          | 1.766 | 21.195  |           | 3.875  | 46.494  |           | 6.622  | 79.461  |
| T O T A L                                    |                  |          | 5.691 | 68.295  |           | 12.485 | 149.814 |           | 21.337 | 256.041 |
| 2. GASTOS ADMINISTRATIVOS                    |                  |          |       |         |           |        |         |           |        |         |
| A. SERVICIOS                                 |                  |          | 650   | 7.800   |           | 1.350  | 16.200  |           | 2.000  | 24.000  |
| - Teléfono, Télex y Cables                   |                  |          | 50    | 600     |           | 150    | 1.800   |           | 200    | 2.400   |
| - Agua                                       |                  |          | 100   | 1.200   |           | 200    | 2.400   |           | 300    | 3.600   |
| - Energía Eléctrica                          |                  |          | 500   | 6.000   |           | 1.000  | 12.000  |           | 1.500  | 18.000  |
| B. GASTOS GENERALES                          |                  |          | 2.000 | 24.000  |           | 2.700  | 32.400  |           | 3.633  | 43.600  |
| - Papelería, útiles de escritorio            |                  |          | 200   | 2.400   |           | 600    | 7.200   |           | 900    | 10.800  |
| - Ropa de trabajo                            |                  |          | 800   | 9.600   |           | 1.600  | 19.200  |           | 2.400  | 28.800  |
| - Publicidad y propaganda                    |                  |          | 1.000 | 12.000  |           | 500    | 6.000   |           | 333    | 4.800   |
| C. GASTOS OPERATIVOS                         |                  |          |       |         |           |        |         |           |        |         |
| - Mantenimiento                              |                  |          | 1.000 | 12.000  |           | 2.000  | 24.000  |           | 3.000  | 36.000  |
| D. SEGUROS                                   |                  |          |       |         |           |        |         |           |        |         |
| - Seguros Generales                          |                  |          | 200   | 2.400   |           | 400    | 4.800   |           | 600    | 7.200   |
| SUB TOTAL                                    |                  |          | 3.850 | 46.200  |           | 6.450  | 77.400  |           | 9.233  | 110.000 |
| E. GASTOS VARIOS                             |                  |          |       |         |           |        |         |           |        |         |
| - 10% del total                              |                  |          | 385   | 4.620   |           | 645    | 7.740   |           | 923    | 11.000  |
| T O T A L (Bs.)                              |                  |          | 5.926 | 119.115 |           | 14.500 | 234.954 |           | 31.993 | 377.921 |
| T O T A L (\$us)                             |                  |          | 4.156 | 49.631  |           | 8.158  | 97.828  |           | 13.122 | 157.467 |

CUADRO N° 5.10

## COSTO DE OPERACION DE LA GERENCIA (Bs.)

|                                   | BASICO   | # | MES   | ANUAL   |
|-----------------------------------|----------|---|-------|---------|
| 1. SUELDOS Y SALARIOS             | (Bs/mes) |   |       |         |
| A. - Gerente Operativo            | 4.087    | 1 | 4.087 | 49.044  |
| - Abogado                         | 1.263    | 1 | 1.263 | 15.156  |
| - Secretaria III                  | 408      | 1 | 408   | 4.896   |
| - Mensajero                       | 244      | 1 | 244   | 2.928   |
| <u>T O T A L</u>                  |          |   | 6.002 | 72.024  |
| - BENEFICIOS SOCIALES 45%         |          |   | 2.701 | 32.411  |
| <u>T O T A L</u>                  |          |   | 8.703 | 104.435 |
| 2. GASTOS ADMINISTRATIVOS         |          |   |       |         |
| A. <u>SERVICIOS</u>               |          |   | 400   | 4.800   |
| - Teléfono, Télex y Cables        |          |   | 300   | 3.600   |
| - Agua                            |          |   | 50    | 600     |
| - Energía Eléctrica               |          |   | 8.070 | 96.840  |
| B. <u>GASTOS GENERALES</u>        |          |   | 300   | 4.080   |
| - Papelería, útiles de escritorio |          |   | 300   | 3.600   |
| - Ropa de trabajo                 |          |   |       | 480     |
| C. <u>GASTOS OPERATIVOS</u>       |          |   |       |         |
| - Mantenimiento                   |          |   | 240   | 2.880   |
| - Gastos de Viajes                |          |   | 500   | 6.000   |
| D. <u>SEGUROS</u>                 |          |   |       |         |
| - Seguros Generales               |          |   | 100   | 1.200   |
| <u>SUBTOTAL</u>                   |          |   | 1.040 | 12.960  |
| E. <u>GASTOS VARIOS</u>           |          |   |       |         |
| - 10% del Total                   |          |   | 104   | 1.296   |
| <u>T D T A L (Bs)</u>             |          |   | 9.847 | 118.691 |
| <u>T O T A L (\$us)</u>           |          |   | 4.103 | 49.455  |

#### 5.7.4 Depreciación y Obsolescencia

Los períodos de depreciación son los siguientes:

- Obras civiles, 30 años
- Equipos e instalaciones, 20 años
- Equipos de conversión 15 años. (Ver Anexos 4.4.a y 4.b).

#### 5.8 Inversiones y Costos para el Plan Nacional de Implementación

Los costos operativos y de administración para 20 estaciones de servicios y 8 centros de conversión, a instalarse según el Plan de Implementación se presentan en el Cuadro N° 5.11.

Las inversiones se han desglosado en exteriores y locales; las exteriores se han calculado para dos formas de pago posibles <sup>(26)</sup>: al contado y a crédito de 540 días. Estos se pueden ver en los Cuadros Nos. 5.12, 5.13 y 5.13.A.

Las inversiones locales deberán realizarse antes que las estaciones entren en operación y las exteriores se realizarán de acuerdo a la forma de pago adoptada. El primer año de operación, si el pago es al contado o el segundo año si el pago es al crédito. En los

---

(26) Presscon Ltd. (Pressure Control) "Propuesta de Presscon al Programa de GNC presentada a YPF".

CUADRO N° 5.11

PREVISION DE COSTOS OPERATIVOS Y DE ADMINISTRACION  
(\$us)

| ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC |        |     |     | CENTROS DE CONVERSION DE GNC |         |         |        |     |     |                   |        |         | GERENCIA       | COSTOS TOTALES |         |         | TOTAL     |
|-------------------------------|--------|-----|-----|------------------------------|---------|---------|--------|-----|-----|-------------------|--------|---------|----------------|----------------|---------|---------|-----------|
| ARD                           | NUMERO |     |     | COSTOS OPERATIVOS            |         |         | NUMERO |     |     | COSTOS OPERATIVOS |        |         | COSTOS TOTALES | SC2            | CBB     | LPZ     |           |
|                               | SC2    | CBB | LPZ | SC2                          | CBB     | LPZ     | SC2    | CBB | LPZ | SC2               | CBB    | LPZ     |                |                |         |         |           |
| 1                             | 2      |     |     | 171.720                      |         |         | 1      |     |     | 45.631            |        |         |                | 221.552        |         |         | 221.552   |
| 2                             |        | 2   |     | 171.720                      | 171.720 |         |        | 1   |     | 45.631            | 45.631 |         | 49.455         | 221.552        | 221.552 |         | 492.158   |
| 3                             | 1      |     | 2   | 257.580                      | 171.720 | 171.720 |        |     | 1   | 45.631            | 45.631 | 45.631  | 49.455         | 597.512        | 221.552 | 221.552 | 799.568   |
| 4                             | 1      | 1   |     | 343.441                      | 257.580 | 171.720 | 1      |     |     | 97.898            | 45.631 | 45.631  | 49.455         | 441.338        | 507.212 | 221.552 | 1.018.358 |
| 5                             |        | 1   | 1   | 343.441                      | 343.441 | 257.580 |        | 1   |     | 97.898            | 97.898 | 45.631  | 49.455         | 441.338        | 441.338 | 507.212 | 1.239.342 |
| 6                             | 1      |     | 1   | 429.301                      | 343.441 | 343.441 |        |     | 1   | 97.898            | 97.898 | 97.898  | 49.455         | 527.188        | 441.338 | 441.338 | 1.458.329 |
| 7                             |        | 1   |     | 429.301                      | 429.301 | 343.441 |        |     |     | 97.898            | 97.898 | 97.898  | 49.455         | 527.188        | 527.188 | 441.338 | 1.545.189 |
| 8                             | 1      |     | 1   | 515.161                      | 429.301 | 429.301 |        |     |     | 97.898            | 97.898 | 97.898  | 49.455         | 613.058        | 527.188 | 527.188 | 1.716.009 |
| 9                             |        | 1   | 1   | 515.161                      | 515.161 | 515.161 |        |     |     | 97.898            | 97.898 | 97.898  | 49.455         | 613.058        | 613.058 | 613.058 | 1.888.630 |
| 10                            | 1      |     | 1   | 601.021                      | 515.161 | 601.021 | 1      |     | 1   | 157.467           | 97.898 | 157.467 | 49.455         | 758.488        | 613.058 | 758.488 | 2.173.488 |
| 11                            |        |     |     | 601.021                      | 515.161 | 601.021 |        |     |     | 157.467           | 97.898 | 157.467 | 49.455         | 758.488        | 613.058 | 758.488 | 2.179.488 |

|                                   | Bs/año  | \$us/año |
|-----------------------------------|---------|----------|
| Costo de la Estación de Servicio  | 206.084 | 35.868   |
| Costos de 1 Centro de Conversión  | 119.115 | 49.631   |
| Costos de 2 Centros de Conversión | 234.954 | 97.898   |
| Costos de 3 Centros de Conversión | 377.921 | 157.467  |
| Costos de la Gerencia             | 118.691 | 46.458   |

CUADRO N° 5.12

CUADRO DE INVERSIONES LOCALES  
(En Moneda Nacional)

| ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC |        |     |     | CENTROS DE CONVERSION DE GNC |         |         |        |     |     |             |         |         | INVERSIONES TOTALES |         |           | INVERSION TOTAL |
|-------------------------------|--------|-----|-----|------------------------------|---------|---------|--------|-----|-----|-------------|---------|---------|---------------------|---------|-----------|-----------------|
| ORD                           | NUMERO |     |     | INVERSIONES                  |         |         | NUMERO |     |     | INVERSIONES |         |         | SCZ                 | CBB     | LPZ       |                 |
|                               | SC2    | CBB | LPZ | SC2                          | CBB     | LPZ     | SC2    | CBB | LPZ | SC2         | CBB     | LPZ     | SCZ                 | CBB     | LPZ       |                 |
| D                             |        |     |     | 204.000                      |         |         |        |     |     | 96.000      |         |         | 300.000             |         |           | 300.000         |
| 1                             | 2      |     |     |                              | 204.000 |         | 1      |     |     |             | 96.000  |         |                     | 300.000 |           | 300.000         |
| 2                             |        | 2   |     | 102.000                      |         | 204.000 |        | 1   |     |             |         | 96.000  | 102.000             |         | 300.000   | 402.000         |
| 3                             | 1      |     | 2   | 102.000                      | 102.000 |         |        |     | 1   |             |         | 96.000  | 102.000             | 102.000 |           | 300.000         |
| 4                             | 1      | 1   |     |                              | 102.000 | 102.000 | 1      |     |     |             | 96.000  |         |                     | 198.000 | 102.000   | 300.000         |
| 5                             |        | 1   | 1   | 102.000                      |         | 102.000 |        | 1   |     |             |         |         | 102.000             |         | 198.000   | 300.000         |
| 6                             | 1      |     | 1   |                              | 102.000 |         |        |     |     |             |         |         |                     | 102.000 |           | 102.000         |
| 7                             |        | 1   |     | 102.000                      |         | 102.000 |        |     |     |             |         |         | 102.000             |         | 102.000   | 204.000         |
| B                             | 1      |     | 1   |                              | 102.000 | 102.000 |        |     |     |             |         |         |                     | 102.000 | 102.000   | 204.000         |
| 9                             |        | 1   | 1   | 102.000                      |         | 102.000 |        |     |     | 96.000      |         | 96.000  | 198.000             |         | 198.000   | 396.000         |
| 10                            | 1      |     | 1   |                              |         |         | 1      |     |     |             |         |         |                     |         |           | 0               |
| TOTAL                         | 7      | 6   | 7   | 714.000                      | 612.000 | 714.000 | 3      | 2   | 3   | 266.000     | 192.000 | 266.000 | 1.002.000           | 804.000 | 1.002.000 | 2.808.000       |

(\$us)

Costo Local Estación de Servicio 102.000.00  
Costo Local del Centro de Conversión 96.000.00

CUADRO N° 5.13

CUADRO DE INVERSIONES EXTERIORES (EN OIVISAS)  
(\$us) (PAGO AL CONTADO)  
(Incluye Kits de Conversión)

| ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC |        |     |     | CENTROS DE CONVERSION DE GNC |           |           |        |     |     |             |         |         | INVERSIONES TOTALES |           |           | INVERSION TOTAL |            |
|-------------------------------|--------|-----|-----|------------------------------|-----------|-----------|--------|-----|-----|-------------|---------|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------------|------------|
| AÑO                           | NUMERO |     |     | INVERSIONES                  |           |           | NUMERO |     |     | INVERSIONES |         |         | SCZ                 | CBB       | LPZ       |                 |            |
|                               | SCZ    | CBB | LPZ | SCZ                          | CBB       | LPZ       | SCZ    | CBB | LPZ | SCZ         | CBB     | LPZ     |                     |           |           |                 |            |
| 1                             | 2      |     |     |                              |           |           | 1      |     |     |             |         |         |                     |           |           |                 |            |
| 2                             |        | 2   |     | 3.573.824                    |           |           |        | 1   |     | 00.831      |         |         | 2.040.055           |           |           |                 | 2.040.055  |
| 3                             | 1      |     | 2   |                              | 2.573.824 |           |        |     |     |             | 00.831  |         |                     | 2.040.055 |           |                 | 2.040.055  |
| 4                             | 1      | 1   |     | 1.280.912                    |           | 2.578.624 | 1      |     |     |             |         | 00.831  | 1.280.912           |           | 2.040.055 |                 | 3.927.567  |
| 5                             |        | 1   | 1   | 1.280.912                    | 1.280.912 |           |        | 1   |     | 00.831      |         |         | 1.353.743           | 1.280.912 |           |                 | 2.040.055  |
| 6                             | 1      |     | 1   |                              | 1.280.912 | 1.280.912 |        |     |     |             | 00.831  |         |                     | 1.353.743 | 1.280.912 |                 | 2.040.055  |
| 7                             |        | 1   |     | 1.280.912                    |           | 1.280.912 |        |     |     |             |         | 00.831  | 1.280.912           |           | 1.353.743 |                 | 2.040.055  |
| 8                             | 1      |     | 1   |                              | 1.280.912 |           |        |     |     |             |         |         |                     | 1.280.912 |           |                 | 1.280.912  |
| 9                             |        | 1   | 1   | 1.280.912                    |           | 1.280.912 |        |     |     |             |         |         | 1.280.912           |           | 1.280.912 |                 | 2.573.824  |
| 10                            | 1      |     | 1   |                              | 1.280.912 | 1.280.912 | 1      |     |     |             |         |         |                     | 1.280.912 | 1.280.912 |                 | 2.573.824  |
| 11                            |        |     |     | 1.280.912                    |           | 1.280.912 |        |     |     | 00.831      |         | 00.831  | 1.353.743           |           | 1.353.743 |                 | 2.707.486  |
| TOTAL                         | 7      | 6   | 7   | 9.006.384                    | 7.721.472 | 9.008.384 | 3      | 2   | 3   | 200.493     | 133.002 | 200.493 | 9.208.677           | 7.655.134 | 9.208.677 |                 | 20.272.888 |

Costo Exterior de Estación de Servicio            491.192.00  
 Costo Exterior del Centro de Conversión        66.831.00  
 Costo de 1.000 Kits de Conversión            795.720.00

CUADRO N° 5.13.A

CUADRO DE INVERSIONES EXTERIORES (EN DIVISAS)  
(\$us) (PAGO A CREDITO A 540 DIAS)  
(Incluye Kits de Conversión)

| ESTACIONES DE SERVICIO DE GHC |        |     |     | CENTROS DE CONVERSION DE GHC |           |            |        |     |     |             |         |         | INVERSIONES TOTALES |           |            | INVERSION TOTAL |
|-------------------------------|--------|-----|-----|------------------------------|-----------|------------|--------|-----|-----|-------------|---------|---------|---------------------|-----------|------------|-----------------|
| AÑO                           | NUMERO |     |     | INVERSIONES                  |           |            | NUMERO |     |     | INVERSIONES |         |         | INVERSIONES TOTALES |           |            | INVERSION TOTAL |
|                               | SCZ    | CBB | LPZ | SCZ                          | CBB       | LPZ        | SCZ    | CBB | LPZ | SCZ         | CBB     | LPZ     | SCZ                 | CBB       | LPZ        |                 |
| 1                             | 2      |     |     |                              |           |            | 1      |     |     |             |         |         |                     |           |            |                 |
| 2                             |        | 2   |     | 3.109.066                    |           |            |        | 1   |     | B1.742      |         |         | 3.256.606           |           |            | 3.256.606       |
| 3                             | 1      |     | 2   |                              | 3.109.066 |            |        |     | 1   |             | B1.742  |         |                     | 3.250.606 |            | 3.250.606       |
| 4                             | 1      | 1   |     | 1.584.533                    |           | 3.109.066  | 1      |     |     |             |         | B1.742  | 1.584.533           |           | 3.250.606  | 4.636.341       |
| 5                             |        | 1   | 1   | 1.584.533                    | 1.584.533 |            |        | 1   |     | B1.742      |         |         | 1.000.395           | 1.584.533 |            | 3.258.606       |
| 6                             | 1      |     | 1   |                              | 1.584.533 | 1.584.533  |        |     | 1   |             |         | B1.742  |                     | 1.000.275 | 1.584.533  | 3.258.606       |
| 7                             |        | 1   |     | 1.584.533                    |           | 1.584.533  |        |     |     |             |         | B1.742  | 1.584.533           |           | 1.000.275  | 3.250.606       |
| 8                             | 1      |     | 1   |                              | 1.584.533 | 102.000    |        |     |     |             |         |         |                     | 1.584.533 |            | 1.584.533       |
| 9                             |        | 1   | 1   | 1.584.533                    |           | 1.584.533  |        |     |     |             |         |         | 1.584.533           |           | 1.584.533  | 3.109.066       |
| 10                            | 1      |     | 1   |                              | 1.584.533 | 1.584.533  | 1      |     | 1   |             |         |         |                     | 1.584.533 | 1.584.533  | 3.109.066       |
| 11                            |        |     |     | 1.584.533                    |           | 1.584.533  |        |     |     | B1.742      |         | B1.742  | 1.000.275           |           | 1.000.275  | 3.332.558       |
| TOTAL                         | 7      | 6   | 7   | 11.091.731                   | 9.507.198 | 11.091.731 | 3      | 2   | 3   | 245.226     | 103.484 | 245.226 | 11.330.957          | 9.070.082 | 11.330.957 | 32.344.590      |

Costo Exterior de Estación de Servicio 605.323.00  
 Costo Exterior del Centro de Conversión 81.742.00  
 Costo de 1.000 Kits de Conversión 979.210.00

Cuadros Nos. 5.14 y 5.14.A se ve el total de inversiones según las dos modalidades de pago.

CUADRO N° 5.14

CUADRO DE INVERSIONES TOTALES PARA EL PLAN DE SUSTITUCION GNC  
(\$us) (PAGO AL CONTADO)  
(Incluye Kits de Conversión)

| ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC |        |     |     | CENTROS DE CONVERSION DE GNC |           |            |        |     |     |             |         |         | INVERSIONES TOTALES |           |            | INVERSION TOTAL |
|-------------------------------|--------|-----|-----|------------------------------|-----------|------------|--------|-----|-----|-------------|---------|---------|---------------------|-----------|------------|-----------------|
| AÑO                           | NUMERO |     |     | INVERSIONES                  |           |            | NUMERO |     |     | INVERSIONES |         |         | SCZ                 | CBB       | LPZ        |                 |
|                               | SCZ    | CBB | LPZ | SCZ                          | CBB       | LPZ        | SCZ    | CBB | LPZ | SCZ         | CBB     | LPZ     | SCZ                 | CBB       | LPZ        |                 |
| 0                             |        |     |     | 204.000                      |           |            |        |     |     | 96.000      |         |         | 300.000             |           |            | 300.000         |
| 1                             | 2      |     |     | 2.573.624                    | 204.000   |            | 1      |     |     | 00.831      | 96.000  |         | 2.040.055           | 300.000   |            | 2.940.055       |
| 2                             |        | 2   |     | 102.000                      | 2.573.824 | 204.000    |        | 1   |     |             | 00.831  | 96.000  | 102.000             | 2.048.055 | 300.000    | 3.042.055       |
| 3                             | 1      |     | 2   | 1.366.912                    | 102.000   | 2.573.824  |        |     | 1   | 96.000      |         | 00.831  | 1.484.912           | 102.000   | 2.040.055  | 4.227.567       |
| 4                             | 1      | 1   |     | 1.286.912                    | 1.388.912 | 102.000    | 1      |     |     | 00.831      | 96.000  |         | 1.353.743           | 1.484.912 | 102.000    | 2.940.055       |
| 5                             |        | 1   | 1   | 102.000                      | 1.286.912 | 1.386.912  |        |     | 1   |             | 00.000  | 96.000  | 102.000             | 1.353.748 | 1.484.912  | 2.940.055       |
| 6                             | 1      |     | 1   | 1.286.912                    | 102.000   | 1.286.912  |        |     |     |             |         | 00.000  | 1.286.912           | 102.000   | 1.353.743  | 2.742.055       |
| 7                             |        | 1   |     | 102.000                      | 1.286.912 | 102.000    |        |     |     |             |         |         | 102.000             | 1.286.912 | 102.000    | 1.490.912       |
| 8                             | 1      |     | 1   | 1.286.912                    | 102.000   | 1.386.912  |        |     |     |             |         |         | 1.260.912           | 102.000   | 1.366.912  | 2.777.624       |
| 9                             |        | 1   | 1   | 102.000                      | 1.286.912 | 1.386.912  |        |     |     | 96.000      |         | 96.000  | 196.000             | 1.260.912 | 1.484.912  | 2.909.624       |
| 10                            | 1      |     | 1   | 1.286.912                    |           | 1.286.912  | 1      |     | 1   | 00.831      |         | 00.831  | 1.353.743           |           | 1.353.743  | 2.707.466       |
| TOTAL                         | 7      | 6   | 7   | 11.091.731                   | 9.507.198 | 11.091.731 | 3      | 2   | 3   | 488.493     | 325.002 | 466.493 | 10.210.877          | 8.059.134 | 10.210.677 | 29.000.666      |

|                                   | EXTERIORES | LOCALES (\$us) |
|-----------------------------------|------------|----------------|
| Costo de Estación de Servicio     | 491.192    | 102.200        |
| Costo del Centro de Conversión    | 66.881     | 96.000         |
| Costo de 1.000 Kits de Conversión | 795.720    |                |

CUADRO N° 5.14.A

CUADRO DE INVERSIONES TOTALES PARA EL PLAN DE SUSTITUCION GNC  
(\$us) (PAGO A CREDITO A 540 DIAS)  
(Incluye Kits de Conversión)

| ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC |          |          |          | CENTROS DE CONVERSION DE GNC |                   |                   |          |          |          |                |                |                | INVERSIONES TOTALES |                   |                   | INVERSION TOTAL   |
|-------------------------------|----------|----------|----------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| AÑO                           | NUMERO   |          |          | INVERSIONES                  |                   |                   | NUMERO   |          |          | INVERSIONES    |                |                | SCZ                 | CBB               | LPZ               |                   |
|                               | SCZ      | CBB      | LPZ      | SCZ                          | CBB               | LPZ               | SCZ      | CBB      | LPZ      | SCZ            | CBB            | LPZ            | SCZ                 | CBB               | LPZ               |                   |
| 0                             |          |          |          | 224.220                      |                   |                   |          |          |          | 96.000         |                |                | 300.000             |                   |                   | 300.000           |
| 1                             | 2        |          |          |                              | 204.000           |                   | 1        |          |          | 96.000         |                |                |                     | 300.000           |                   | 370.000           |
| 2                             |          | 2        |          | 3.271.000                    |                   | 204.000           |          | 1        |          | 81.742         |                | 96.000         | 3.352.666           |                   | 300.000           | 3.052.666         |
| 3                             | 1        |          | 2        | 102.000                      | 3.271.066         |                   |          |          | 1        | 96.000         | 81.742         |                | 198.000             | 3.352.666         |                   | 3.350.666         |
| 4                             | 1        | 1        |          | 1.584.533                    | 102.000           | 3.271.066         | 1        |          |          | 96.000         | 81.742         |                | 1.584.533           | 198.000           | 3.352.000         | 5.135.341         |
| 5                             |          | 1        | 1        | 1.086.533                    | 1.584.533         | 102.000           |          | 1        |          | 81.742         |                | 96.000         | 1.706.275           | 1.584.533         | 196.000           | 3.550.606         |
| 6                             | 1        |          | 1        |                              | 1.086.533         | 1.584.533         |          |          | 1        |                | 81.742         |                |                     | 1.708.275         | 1.584.533         | 3.352.606         |
| 7                             |          | 1        |          | 1.086.533                    |                   | 1.086.533         |          |          |          |                |                | 81.742         | 1.080.533           |                   | 1.708.275         | 3.454.606         |
| 8                             | 1        |          | 1        |                              | 1.086.533         | 102.000           |          |          |          |                |                |                | 1.080.533           |                   | 102.000           | 1.788.533         |
| 9                             |          | 1        | 1        | 1.086.533                    |                   | 1.086.533         |          |          |          | 96.000         |                | 96.000         | 1.782.533           |                   | 1.782.533         | 3.505.066         |
| 10                            | 1        |          | 1        |                              | 1.584.533         | 1.584.533         | 1        |          | 1        |                |                |                |                     | 1.584.533         | 1.584.533         | 3.109.066         |
| 11                            |          |          |          | 1.584.533                    |                   | 1.584.533         |          |          |          | 81.742         |                | 81.742         | 1.000.275           |                   | 1.000.275         | 3.332.550         |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>7</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>11.805.731</b>            | <b>10.119.198</b> | <b>11.605.731</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>533.226</b> | <b>355.484</b> | <b>533.226</b> | <b>12.338.957</b>   | <b>10.474.082</b> | <b>12.338.957</b> | <b>35.152.550</b> |

|                                   | EXTERIORES | LOCALES (\$us) |
|-----------------------------------|------------|----------------|
| Costo de Estación de Servicio     | 605.323.00 | 102.200        |
| Costo del Centro de Conversión    | 81.742.00  | 96.000         |
| Costo de 1.000 Kits de Conversión | 979.210.00 |                |

## C A P I T U L O      V I

### 6.      EVALUACION DE LA RENTABILIDAD COMERCIAL      DEL PLAN NACIONAL DE IMPLEMENTACION

#### 6.1      Premisas Globales

Para realizar la evaluación de la rentabilidad comercial se considera las siguientes premisas globales:

- Precio de compra del GNC 1,3 \$us/MPC, precio cobrado en el City Gate de YPFB.
- Que el precio del GNC sea el 75% del precio de la gasolina al tipo de cambio vigente, esto para hacer que la conversión sea atractiva para el consumidor de GNC.

El precio equivalente de la gasolina se obtuvo en base a los siguientes parámetros:

|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| Precio de la gasolina<br>(30-8-88) | 0.74 Bs/Lts. |
|------------------------------------|--------------|

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| Cambio del dólar<br>(30-8-BB) | 2.40 Bs/\$us |
|-------------------------------|--------------|

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| Poder calorífico de la gasolina | 32.408 BTU/Lts. |
|---------------------------------|-----------------|

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| Poder calorífico gas natural | 1.045 BTU/Lts. |
|------------------------------|----------------|

Luego:

Precio equivalente de la gasolina:

$$0.74 \frac{\text{Bs}}{\text{Lt}} \times \frac{1 \text{Lt}}{32.408 \text{ BTU}} \times \frac{1.045 \text{ BTU}}{1 \text{ PCgn}} \times \frac{1000}{1 \text{ MPCgn}} \\ \times \frac{1 \text{ \$us}}{2.40 \text{ Bs}} = 9.94 \text{ \$us/MPCgn}$$

Entonces el precio del GNC será:

$$\text{Precio GNC: } 0.75 \times 9.94 \text{ \$us/MPCgn} = 7.46 \text{ MPC.}$$

- Que los vehículos convertidos sean solamente los de gasolina no así de diesel (ver Demanda Real), cuyo consumo promedio son 15 m<sup>3</sup>/día por vehículo pese a que la capacidad promedio de cilindros (735 Lts.) o de 20 m<sup>3</sup> de gas.
- Que el volumen promedio vendido de GNC por estación; lo que es igual a la capacidad utilizada de la misma sea del 80%, como se verá en el plan de implementación.
- Que los equipos de conversión sean parte de la inversión de la estación de servicio, estando la instalación de los mismos incluida en su costo.

## 6.2 Estado de Pérdidas y Ganancias

El estado de pérdidas y ganancias constituye el estado financiero básico que contiene el informe de las actividades del proyecto en el período de 11 años. En los Cuadros Nos. 6.1 y 6.2 se muestra el total de los ingresos y costos, así como las utilidades o pérdidas del ejercicio para las dos alternativas propuestas por la Compañía Presscon. Un

CUADRO N° 6.1

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS  
 PLAN NACIONAL DE SUSTITUCIÓN DE GASOLINA POR GNC  
 (PAGO AL CONTADO) (\$us)

| CONCEPTO                   | AÑO           | 0           | 1           | 2         | 3         | 4         | 5          | 6          | 7          | 8          | 9          | 10         | 11         |
|----------------------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                            | INGRESO TOTAL | 0           | 191.065     | 2.389.035 | 4.881.941 | 7.322.512 | 9.660.011  | 11.737.433 | 13.399.371 | 15.113.243 | 16.930.988 | 19.008.895 | 20.234.862 |
| Ventas GNC                 | 0             | 71.069      | 2.044.035   | 4.176.941 | 6.265.412 | 8.265.011 | 10.042.433 | 11.464.371 | 12.930.743 | 14.485.988 | 16.263.409 | 17.329.862 |            |
| Mantenimiento de Vehículos | 0             | 120.000     | 345.000     | 705.000   | 1.057.500 | 1.395.000 | 1.695.880  | 1.935.080  | 2.182.500  | 2.445.000  | 2.745.486  | 2.925.080  |            |
| COSTO TOTAL                | 300.000       | 2.531.783   | 3.944.780   | 4.251.780 | 6.237.202 | 6.927.578 | 7.262.636  | 6.920.412  | 6.468.752  | 8.788.893  | 9.533.052  | 8.122.157  |            |
| Costos de Operación        | 0             | 221.352     | 492.158     | 799.369   | 1.019.356 | 1.239.342 | 1.459.329  | 1.545.189  | 1.716.909  | 1.888.630  | 2.179.489  | 2.179.489  |            |
| Costos Financieros         | 300.000       | 1.984.991   | 2.693.295   | 3.717.735 | 3.216.807 | 3.137.375 | 2.740.655  | 1.966.744  | 2.497.672  | 2.497.672  | 2.705.486  | 953.644    |            |
| Compra de Gas Natural      | 0             | 123.941     | 356.329     | 728.151   | 1.092.227 | 1.440.810 | 1.750.662  | 1.998.543  | 2.254.171  | 2.525.291  | 2.835.143  | 3.021.054  |            |
| Depreciación               | 0             | 201.499     | 402.958     | 707.493   | 908.812   | 1.110.491 | 1.311.990  | 1.409.936  | 1.409.936  | 1.605.828  | 1.812.934  | 1.967.970  |            |
| UTILIDAD BRUTA             | (300.000)     | (2.340.614) | (1.555.745) | 630.161   | 1.085.718 | 2.732.033 | 4.474.797  | 6.478.959  | 8.644.959  | 8.142.095  | 9.475.843  | 12.132.705 |            |

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 6.2

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS  
 PLAN NACIONAL DE SUSTITUCION DE GASOLINA POR GNC  
 (PAGO A 540 DIAS PLAZO) (\$us)

| CONCEPTO                   | AÑO       | 0         | 1           | 2         | 3         | 4         | 5          | 6          | 7          | 8          | 9          | 10         | 11 |
|----------------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----|
| INGRESO TOTAL              | 0         | 191.865   | 2.389.835   | 4.881.941 | 7.322.512 | 9.660.811 | 11.737.433 | 13.399.371 | 15.113.243 | 16.930.988 | 19.088.895 | 20.234.862 |    |
| Ventas GNC                 | 0         | 71.869    | 2.044.035   | 4.176.941 | 2.865.412 | 8.265.811 | 10.842.433 | 11.464.371 | 12.938.793 | 14.485.988 | 16.263.489 | 17.329.862 |    |
| Mantenimiento de Vehículos | 0         | 128.000   | 345.800     | 705.888   | 1.057.508 | 1.395.080 | 1.695.800  | 1.935.080  | 2.182.500  | 2.445.000  | 2.745.486  | 2.925.800  |    |
| COSTO TOTAL                | 308.000   | 916.792   | 4.984.373   | 5.785.821 | 8.155.736 | 7.341.451 | 7.863.789  | 8.408.476  | 7.169.549  | 9.674.812  | 8.385.632  | 10.581.868 |    |
| Costos de Operación        | 0         | 221.352   | 492.158     | 799.369   | 1.819.356 | 1.239.342 | 1.454.329  | 1.545.189  | 1.716.989  | 1.888.630  | 2.179.489  | 2.179.489  |    |
| Costos Financieros         | 300.000   | 378.808   | 3.652.888   | 3.558.888 | 5.135.341 | 3.550.888 | 3.352.888  | 3.454.808  | 1.788.533  | 3.565.866  | 3.189.866  | 3.332.358  |    |
| Compra de Gas Natural      | 0         | 123.941   | 356.329     | 728.151   | 1.092.227 | 1.440.818 | 1.750.662  | 1.998.543  | 2.254.171  | 2.525.291  | 2.835.143  | 3.821.051  |    |
| Depreciación               | 0         | 201.499   | 402.958     | 707.493   | 508.812   | 1.110.491 | 1.311.990  | 1.409.936  | 1.409.936  | 1.605.828  | 1.812.934  | 1.967.970  |    |
| UTILIDAD BRUTA             | (308.000) | (725.723) | (2.515.338) | (903.880) | (832.824) | 2.318.560 | 3.867.644  | 4.998.895  | 7.954.654  | 7.256.176  | 10.703.263 | 9.753.794  |    |

Fuente: Elaboración Propia.

análisis de las dos alternativas, pago al contado y pago a 540 días plazo, permite establecer que la segunda alternativa (540 días plazo), tenderá una utilidad neta acumulada de 41.556.261 \$us contra 49.000.453 \$us que se obtendría en el pago al contado, al final de los once años.

### 6.3 Rentabilidad Comercial

En los Cuadros Nos. 6.3 y 6.4 se analiza la rentabilidad del proyecto en términos del inversionista (Rentabilidad Comercial).

Los flujos netos de fondos, de ingresos y egresos, proporciona la información necesaria para calcular la Tasa Interna de Retorno del proyecto, que, a su vez, permite comparar con las tasas de otros proyectos o en el mismo proyecto, en los casos alternativos.

El método para calcular la tasa interna de retorno, mediante el descuento del flujo neto de fondos, es, en el presente, como la norma más aceptada, ya que brinda una tasa única de rentabilidad de un determinado proyecto.

#### 6.3.1 Opción si el Pago del Equipo es al Contado

En el Cuadro N° 6.3 se observa el análisis de rentabilidad comercial del proyecto con pago de los equipos al contado, los resultados finales son:

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| TIR = 31,42%    | B/c = 1,26  |
| VAN = 3.625.418 | PR = 7 años |
| (23%)           |             |

CUADRO N° 6.3  
 FLUJO NETO DE FONDDOS  
 (PAGO AL CONTADO)

| CONCEPTO              | AÑO       | 0           | 1           | 2         | 3         | 4         | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11 |
|-----------------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----|
| UTILIDAD BRUTA        | (300.000) | (2.340.614) | (1.555.745) | 630.161   | 1.085.710 | 2.732.033 | 4.474.797   | 6.478.797   | 8.644.491   | 8.142.095   | 9.475.843   | 12.132.705  |    |
| Impuestos             | 0         | (71.097)    | (201.404)   | (417.634) | (626.541) | (826.501) | (1.004.243) | (1.146.437) | (1.293.074) | (1.448.599) | (1.626.341) | (1.732.986) |    |
| FLUJO NETO DE FONDDOS | (300.000) | (2.411.711) | (1.757.149) | (212.527) | 459.169   | 1.905.532 | 3.470.554   | 5.332.360   | 7.351.417   | 6.693.456   | 7.849.502   | 10.399.719  |    |

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 6.4  
 FLUJO NETO DE FONDOS  
 (PAGO A 540 DIAS PLAZO)

| CONCEPTO             | AÑO | 0         | 1         | 2           | 3           | 4           | 5         | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          |
|----------------------|-----|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| UTILIDAD BRUTA       |     | (300.000) | (325.723) | (1.515.338) | 903.880     | (832.824)   | 2.318.568 | 3.867.644   | 4.990.895   | 7.943.694   | 7.256.176   | 10.703.263  | 9.753.794   |
| Impuestos            |     | 0         | (71.097)  | (201.404)   | (417.634)   | (626.541)   | (826.501) | (1.004.243) | (1.146.437) | (1.293.074) | (1.448.599) | (1.626.341) | (1.732.986) |
| FLUJO NETO DE FONDOS |     | (308.000) | (396.820) | (2.716.742) | (1.321.514) | (1.459.365) | 1.492.059 | 2.863.401   | 3.844.458   | 6.658.620   | 5.887.577   | 9.076.577   | 8.020.808   |

Fuente: Elaboración Propia.

Con el análisis de sensibilidad podemos identificar ciertos valores críticos de la variable independiente, por ejemplo el precio mínimo de la venta de GNC, a partir del cual el proyecto deja de ser rentable. Luego del análisis para esta opción se puede observar que el precio del GNC se puede disminuir hasta un 65% del precio de la gasolina y el volumen de ventas hasta un 60%, ofreciendo una TIR atractiva cercana al 25%.

#### 6.3.2 Opción de Pago del Equipo a 540 Días Plazo

En esta opción las inversiones exteriores se pagan a crédito de un año y medio plazo. Como se ve en el Cuadro N° 6.4, los indicadores de rentabilidad del proyecto arrojan los siguientes resultados:

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| TIR = 26,18%    | B/c = 1,29  |
| VAN = 2.715.810 | PR = 8 años |
| (23%)           |             |

El análisis de sensibilidad muestra que el proyecto es altamente sensible al precio del GNC y el volumen vendido por día, pero aún así es posible bajar el precio de éste hasta el 52% del precio de la gasolina y el volumen vendido hasta un 53%, con lo que se obtendría una TIR cercana al 24%.

#### 6.3.3 Venta de los Kits al Usuario

En caso de que el empresario venda los kits a los usuarios, las inversiones disminuirían en un 55% (Ver Cuadros Nos. 6.5 y 6.5.A.).

CUADRO N° 6.5

PROGRAMA DE INVERSIONES TOTALES  
(\$us) (PAGO AL GONTADO)  
(No Incluye Kits de Conversión)

| ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC |        |     |     | CENTROS DE CONVERSION DE GNC |           |           |        |     |     |             |         |         | INVERSIONES TOTALES |           |           | INVERSION TOTAL |
|-------------------------------|--------|-----|-----|------------------------------|-----------|-----------|--------|-----|-----|-------------|---------|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------------|
| AÑO                           | NUMERO |     |     | INVERSIONES                  |           |           | NUMERO |     |     | INVERSIONES |         |         | SCZ                 | CBB       | LPZ       |                 |
|                               | SC2    | CBB | LPZ | SC2                          | CBB       | LPZ       | SCZ    | CBB | LPZ | SGZ         | CBB     | LPZ     | SCZ                 | CBB       | LPZ       |                 |
| D                             |        |     |     | 204.000                      |           |           |        |     |     | 96.000      |         |         | 300.000             |           |           | 300.000         |
| 1                             | 2      |     |     | 982.384                      | 204.000   |           | 1      |     |     | 66.831      | 96.000  |         | 1.049.215           | 300.000   |           | 1.349.215       |
| 2                             |        | 2   |     | 102.000                      | 982.384   | 204.000   |        | 1   |     |             | 66.831  | 96.000  | 102.000             | 1.049.215 | 300.000   | 1.451.215       |
| 3                             | 1      |     | 2   | 593.192                      | 102.000   | 982.384   |        |     | 1   | 96.000      |         | 86.831  | 689.192             | 102.000   | 1.049.215 | 1.840.407       |
| 4                             | 1      | 1   |     | 491.192                      | 593.192   | 102.000   | 1      |     |     | 66.831      | 96.000  |         | 558.023             | 689.192   | 102.000   | 1.349.215       |
| 5                             |        | 1   | 1   | 102.000                      | 491.192   | 593.192   |        | 1   |     |             | 66.831  | 96.000  | 102.000             | 558.023   | 689.192   | 1.349.215       |
| 6                             | 1      |     | 1   | 491.192                      | 102.000   | 491.192   |        |     | 1   |             |         | 66.831  | 491.192             | 102.000   | 558.023   | 1.151.215       |
| 7                             |        | 1   |     | 102.000                      | 491.192   | 102.000   |        |     |     |             |         |         | 102.000             | 491.192   | 102.000   | 695.192         |
| 8                             | 1      |     | 1   | 491.192                      | 102.000   | 593.192   |        |     |     |             |         |         | 491.192             | 102.000   | 593.192   | 1.186.384       |
| 9                             |        | 1   | 1   | 102.000                      | 491.192   | 593.192   |        |     |     | 96.000      |         | 96.000  | 198.000             | 491.192   | 689.192   | 1.376.384       |
| 10                            | 1      |     | 1   | 491.192                      |           | 491.192   | 1      |     | 1   | 66.831      |         | 66.831  | 558.023             |           | 558.023   | 1.116.046       |
| TOTAL                         | 7      | 6   | 7   | 4.152.344                    | 3.559.152 | 4.152.344 | 3      | 2   | 3   | 488.493     | 325.662 | 489.493 | 4.640.837           | 3.884.814 | 4.648.837 | 13.166.488      |

|                                | EXTERIORES | LOCALES (\$us) |
|--------------------------------|------------|----------------|
| Costo de Estación de Servicio  | 491.192.00 | 102.200        |
| Costo del Centro de Conversión | 66.831.00  | 96.000         |

CUADRO N° 6.5.A

PROGRAMA DE INVERSIONES TOTALES  
(\$us) (PAGO A CREDITO A 540 DIAS)  
(No Incluye Kits de Conversión)

| ESTACIONES DE SERVICIO DE GNC |        |     |     | CENTROS DE CONVERSION DE GNC |           |           |        |     |     |             |         |         | INVERSIONES TOTALES |           |           | INVERSION TOTAL |
|-------------------------------|--------|-----|-----|------------------------------|-----------|-----------|--------|-----|-----|-------------|---------|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------------|
| AÑO                           | NUMERO |     |     | INVERSIONES                  |           |           | NUMERO |     |     | INVERSIONES |         |         | SCZ                 | CBB       | LPZ       |                 |
|                               | SC2    | CBB | LPZ | SC2                          | CBB       | LPZ       | SC2    | CBB | LPZ | SC2         | CBB     | LPZ     | SCZ                 | CBB       | LPZ       |                 |
| 0                             |        |     |     | 204.000                      |           |           |        |     |     | 96.000      |         |         | 300.000             |           |           | 300.000         |
| 1                             | 2      |     |     |                              | 204.000   |           | 1      |     |     | 96.000      |         |         |                     | 300.000   |           | 300.000         |
| 2                             |        | 2   |     | 1.312.646                    |           | 204.000   |        | 1   |     | 81.742      |         | 98.000  | 1.394.388           |           | 300.000   | 1.694.388       |
| 3                             | 1      |     | 2   | 102.000                      | 1.312.646 |           |        | 1   |     | 96.000      | 81.742  |         | 198.000             | 1.394.388 |           | 1.592.388       |
| 4                             | 1      | 1   |     | 605.323                      | 102.000   | 1.312.646 | 1      |     |     | 96.000      | 81.742  |         | 605.323             | 198.000   | 1.394.388 | 2.197.711       |
| 5                             |        | 1   | 1   | 707.323                      | 605.323   | 102.000   |        | 1   |     | 81.742      |         | 96.000  | 789.065             | 605.323   | 198.000   | 1.592.388       |
| 6                             | 1      |     | 1   |                              | 707.323   | 605.323   |        |     | 1   |             | 81.742  |         |                     | 789.065   | 605.323   | 1.394.388       |
| 7                             |        | 1   |     | 707.323                      |           | 707.323   |        |     |     |             |         | 81.742  | 707.323             |           | 789.065   | 1.496.388       |
| 8                             | 1      |     | 1   |                              | 707.323   | 102.000   |        |     |     |             |         |         |                     | 707.323   | 102.000   | 809.323         |
| 9                             |        | 1   | 1   | 707.323                      |           | 707.323   |        |     |     | 96.000      |         | 96.000  | 803.323             |           | 803.323   | 1.606.646       |
| 10                            | 1      |     | 1   |                              | 605.323   | 605.323   | 1      |     | 1   |             |         |         |                     | 605.323   | 605.323   | 1.210.646       |
| 11                            |        |     |     | 605.323                      |           | 605.323   |        |     |     | 81.742      |         | 81.742  | 687.065             |           | 687.065   | 1.374.130       |
| TOTAL                         | 7      | 6   | 7   | 4.951.261                    | 4.243.936 | 4.951.261 | 3      | 2   | 3   | 533.226     | 355.484 | 533.226 | 5.484.487           | 4.599.422 | 5.484.487 | 15.568.396      |

|                                |            |                |
|--------------------------------|------------|----------------|
|                                | EXTERIORES | LOCALES (\$us) |
| Costo de Estación de Servicio  | 605.323.00 | 102.200        |
| Costo del Centro de Conversión | 81.742.00  | 96.000         |

Esto, implica que la venta de los kits aumentará la rentabilidad del proyecto, consiguientemente, no es necesario realizar ningún análisis para esta posibilidad.

## C A P I T U L O        V I I I

### 7.        INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL

La nueva industria e infraestructura del GNC debe contar con:

- Red de estaciones de GNC.
- Instalaciones para conversión y mantenimiento de vehículos a GNC.
- Establecimiento de normas de seguridad, reglamentos y procedimientos de certificación.
- Organización y gestión del nuevo sector del GNC.
- Desarrollo de una estructura de precios del GNC que ofrezca incentivos a usuarios del mismo.

#### 7.1        Red de Estaciones de Servicio

Se estima que se establecerán 3 módulos en Santa Cruz, 3 en La Paz y 2 en Cochabamba.

#### 7.2        Instalaciones para Conversión y Mantenimiento de Vehículos

La instalación de centros de conversión constituye la mejor garantía para asegurar un buen control de calidad y un servicio efectivo para el cliente.

La experiencia extranjera muestra que el éxito de la implementación del GNC depende del rendimiento

satisfactorio de los vehículos y del ahorro de combustible después de la conversión.

### 7.3 Normas de Seguridad

Estas son áreas en que se debe aplicar normas:

#### 7.3.1 Distribución de Gas Natural

Ya existen normas, códigos de uso y reglamentos de seguridad referentes a construcción y funcionamiento del sistema de transporte del gas natural. La introducción del GNC no exigirá ningún cambio en estas leyes.

#### 7.3.2 Estaciones de Servicio de G.N.C.

Ya existen disposiciones para estaciones de servicio de gasolina y GLP establecidas en documentación de YPF. Muchas de estas disposiciones se pueden aplicar igualmente a estaciones de servicio de GNC, aunque habrá que adaptar algunas normas y disposiciones adicionales.

#### 7.3.3 Vehículos Alimentados con G.N.C.

En el país no existen normas, códigos de uso o reglamentos de seguridad referentes a vehículos alimentados con GNC, por lo que será necesario establecerlos.

### 7.4 Organización y Estructura de la Entidad Empresarial

Se propone que la industria del GNC tenga una estructura comercial compuesta por 3 empresas

regionales del sector privado, con participación de una empresa nacional del GNC en el control de las mismas.

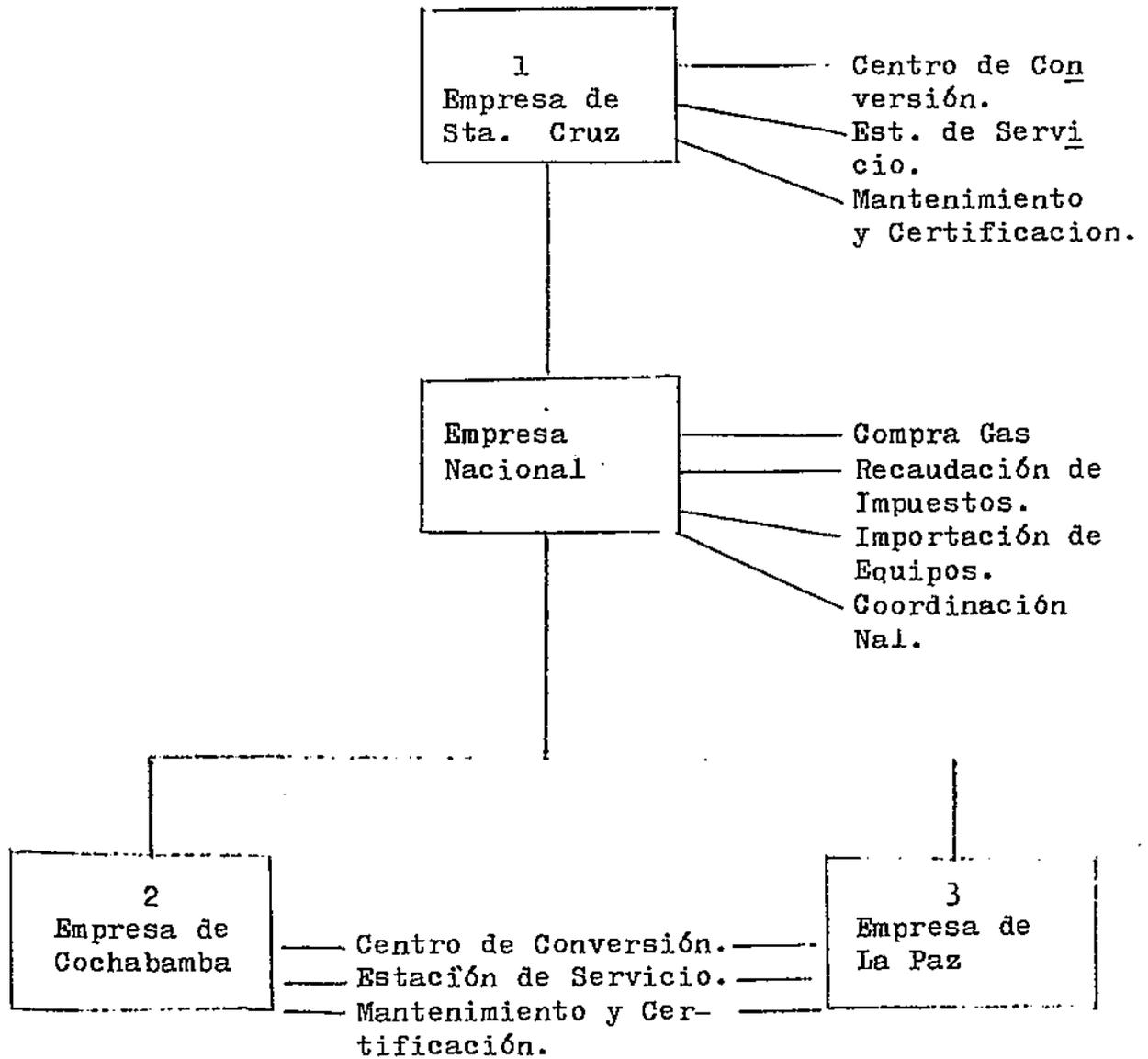
Los paquetes de acciones de empresas regionales pertenecientes a inversores locales privados, también podrían participar entidades del sector público como por ejemplo, Municipios.

Los accionistas de la empresa nacional podrán ser bancos internacionales, entidades internacionales y bolivianas e inversores privados.

En la Ilustración 7.1 se traza el diagrama de la estructura propuesta y las respectivas responsabilidades.

ILUSTRACION 7.1.

ESTRUCTURA COMERCIAL DE LA INDUSTRIA DEL GNC



## C A P I T U L O        V I I I

### 8.        PLAN DE IMPLEMENTACION

El plan de implementación presenta dos etapas:

#### 8.1        Iniciación y Demostración

Esta fase implica el establecimiento de una estructura organizativa de gestión, de un marco legislativo e institucional, de una base financiera y construcción del módulo de demostración en Santa Cruz.

Las actividades de Santa Cruz consistirán en instalación de 2 estaciones de servicio y un centro de conversión de vehículos al GNC.

##### 8.1.1        Iniciación

Las fases que se deben seguir son:

- Establecimiento del grupo de dirección del proyecto
- Nombramiento del equipo de gestión del proyecto.
- Formación de la empresa de desarrollo del GNC.
- Establecimiento de normas y reglamentos convenientes.
- Formulación de planes detallados para el desarrollo de la industria.

### 8.1.2 Programa de Demostración

Los objetivos del programa de demostración son de hacer conocer al usuario el uso del GNC y las ventajas que éste ofrece.

Los pasos que se debe dar en el mismo son:

- Designación de un contratista.
- Obtención del equipamiento.
- Construcción de instalaciones del primer centro de conversión y de dos estaciones de servicio de GNC, además de sus instalaciones de equipamiento.
- Construcción y entrenamiento del personal.
- Comienzo de operaciones.

El programa de demostración está diseñado para funcionar a plena capacidad unos 24 meses después de la iniciación del proyecto.

### 8.2 Desarrollo de la Industria

Esta incluye la expansión de la industria del GNC en Santa Cruz y su desarrollo y extensión en Cochabamba y La Paz y en alguno de los centros secundarios de población, por ejemplo Druro.

El número de estaciones por ciudad está calculado de acuerdo al tamaño del mercado de cada ciudad. Este es, 7 para Santa Cruz, 7 para La Paz, 5 para Cochabamba y 1 para Druro.

Los pasos que habrá que dar son:

- Realizar pruebas de rendimiento de vehículos a altitudes elevadas.
- Formar empresas nacionales y/o regionales de GNC.
- Establecer financiamiento.
- Elegir los emplazamientos de centros de conversión y estaciones de servicio.
- Construir instalaciones
- Contratar y entrenar personal.
- Promover el GNC de forma local.
- Iniciar operaciones.

#### 8.2.1 Establecimiento de Centros de Conversión

El plan presentado propone la instalación de 8 centros de conversión en todo el país, distribuidos de la siguiente manera:

- 3 en La Paz
- 3 en Santa Cruz
- 2 en Cochabamba.

#### 8.2.2 Establecimiento de las Estaciones de Servicio

Se propone la instalación de 20 estaciones de servicio en un lapso de 10 años en el país, es decir

7 en La Paz, 7 en Santa Cruz, 5 en Cochabamba y 1 en Oruro. (Ver Anexo 5).

## C A P I T U L O        I X

### 9.        ANALISIS DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DEL PROYECTO DE SUSTITUCION DE GASOLINA AUTOMOTRIZ POR GAS NATURAL COMPRIMIDO

#### 9.1       Aspectos Conceptuales Relevantes

El análisis de Beneficios y Costos Sociales a precios económicos se fundamenta en que los precios que proporciona el sistema de mercado dentro del contexto de la realidad de los países en vías de desarrollo (P.V.D.), son precios inadecuados, desde la perspectiva económica para valorar los bienes, servicios y factores de producción. Por tal motivo, la utilización de los precios de mercado en la toma de decisiones para invertir, no permite maximizar los objetivos de la sociedad.

Las razones por las cuales los precios de mercado son inadecuados para lograr los objetivos de la sociedad, están ampliamente discutidas en la literatura especializada y se haría demasiado extenso proceder a analizarlas, simplemente mencionaremos los elementos centrales:

- Los supuestos de la competencia perfecta rara vez se presentan en los mercados del mundo real. Lo que ocurre en el mundo real, es que las condiciones necesarias para la existencia de un mercado de competencia perfecta, no existe. Especialmente en los P.V.D. las condiciones imperantes alejan aún

más a los mercados de aquellos que concibe la competencia perfecta.

- El análisis financiero identifica costos y beneficios financieros y aplica los precios de mercado para encontrar una cantidad neta de dinero descontada que es la medida del éxito o fracaso del proyecto de inversión.

El análisis económico contiene básicamente la misma estructura pero con otras variables; también se identifican beneficios y costos pero ya no financieros sino económicos y también se aplican precios ya no de mercado sino económicos. Luego se obtiene un flujo que refleja directa o indirectamente (dependiendo de la unidad de cuenta que se utiliza) el aporte del proyecto a los objetivos de la sociedad.

## 9.2 Metodología Empleada

En el mundo de la teoría se conoce varias metodologías para el análisis y el cálculo a precios económicos.

Para los fines del presente trabajo emplearemos el método propuesto por la Organización de Naciones Unidas para el desarrollo industrial. Los pasos que sigue esta metodología son los siguientes:

- Desagregar la información proveniente del informe de viabilidad en: a) inversión en divisas, b) en moneda nacional; c) mano de obra calificada; d)

mano de obra no calificada, el valor social de la producción, etc..

- Seguidamente se investiga qué recursos aportará y consumirá el proyecto con relación a la economía. Toda esta información se centraliza en un cuadro que consolida dichas corrientes.
- El siguiente paso que se adopta consiste en evaluar el valor actualizado del proyecto, basándonos en primer lugar en los precios de mercado de los bienes y servicios empleados en el trabajo de viabilidad. Seguidamente se efectúa una serie de correcciones a los precios de mercado, siempre teniendo en cuenta que los precios de mercado no reflejan adecuadamente los costos y beneficios sociales que entraña la utilización de bienes y servicios de la economía.

### 9.3 Aspecto Financiero

La implementación del proyecto de sustitución de gasolina por GNC, abarca un período de tiempo de 10 años, que empezará en 1990 (año que se designa como año 0), con un costo total de 35.15 millones de dólares distribuidos en forma variable en 10 años. (Anexo 5b).

De la inversión total de 35.15 millones de dólares en capital fijo, 32.34 millones de dólares será en divisas, destinadas a importación de equipos y los 2.9 millones de dólares restantes se emplearán en

inversiones locales en moneda nacional (Cuadro N° 9.1, en base al Cuadro N° 5.12).

#### 9.4 Rentabilidad Económica Nacional de la Inversión en el Proyecto de Gas Natural Comprimido en Bolivia y el Valor Social de su Producción

"El subsector de hidrocarburos destaca como uno de los que tiene mayores posibilidades de ayuda en forma decisiva, a la economía boliviana, mediante exportaciones de Petróleo crudo, GLP y Gas Natural. Por lo tanto, deben concebirse acciones inteligentes para este subsector en la mejor forma posible, tomando en cuenta restricciones tanto internas como externas." (27).

Actualmente la totalidad del equipo para estaciones de servicio GNC, centros de conversión y kits de transformación para automóviles deben ser importados por Bolivia, como indica el estudio de viabilidad. Todos los demás insumos de materiales se producen en el país.

Las divisas generadas por concepto de exportación de gasolina, se constituye en el Valor Social de la producción del proyecto de Gas Natural Comprimido. (Cuadro N° 9.2 en base al Anexo 8).

Observemos en el Cuadro N° 9.1 que procede del estudio de viabilidad, una descomposición detallada,

---

(27) MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS, "Plan Nacional de Energía", La Paz, Bolivia, 1987.

CUADRO N° 9.1

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO DE GNC

(SUS) (AÑO)

| INVERSIONES                | 0              | 1              | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | 11               |
|----------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Locales en Moneda nacional | 300.000        | 300.000        | 402.000          | 300.000          | 300.000          | 300.000          | 102.000          | 201.000          | 201.000          | 396.000          | 0                |                  |
| Exteriores en Divisas*     |                |                | 3.250.000        | 3.250.000        | 4.235.000        | 3.250.000        | 3.250.000        | 3.250.000        | 1.591.533        | 3.169.066        | 3.169.066        | 3.332.550        |
| <b>T O T A L</b>           | <b>300.000</b> | <b>300.000</b> | <b>3.652.000</b> | <b>3.550.000</b> | <b>5.135.000</b> | <b>3.550.000</b> | <b>3.352.000</b> | <b>3.451.000</b> | <b>1.792.533</b> | <b>3.565.066</b> | <b>3.169.066</b> | <b>3.332.550</b> |

Fuente: Elaboración Propia, en base al Cuadro N° 5.12.

\* Pago a 540 días plazo.

CUADRO N° 9.2

VALOR SOCIAL DE LA PRODUCCION DE GAS NATURAL COMPRIMIDO  
(\$US)

| PRDDUCTO            | A Ñ O   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                     | 1       | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        |
| Gasolina Automotriz | 378.662 | 1.088.658 | 2.224.639 | 3.336.959 | 4.401.946 | 5.438.601 | 6.105.925 | 6.226.915 | 7.715.239 | 2.661.891 |

Fuente: Elaboración propia, en base al Anexo 8.

año por año, de los 2.9 millones de dólares para inversiones en moneda local que exige la construcción del proyecto. Sin embargo, hay que dividir este componente nacional de los costos de establecimiento en: a) mano de obra no calificada; b) mano de obra calificada y c) materiales nacionales.

Por el Cuadro N° 5.5.A se deduce que, de los 72.000 dólares dedicados al costo de construcción de una estación de servicio, 11.100 dólares constituyen los salarios de la mano de obra no calificada.

En el caso de los centros de conversión y oficinas, de 66.000 dólares del costo de construcción, 13.200 son destinados a remuneración de la mano de obra no calificada. Toda esta información está citada en el Cuadro N° 9.3 de acuerdo al Plan Nacional de Implementación.

Para los fines de este estudio, los ingenieros y arquitectos se han clasificado como trabajadores calificados. Se considera a los capataces como trabajadores semicalificados. Sus salarios constituyen un componente bastante reducido de los costos de construcción del proyecto. Por consiguiente, esta suma de salarios no se ha aislado de los costos de construcción. En cambio, los sueldos de los empleados calificados (ingenieros, etc.), que han realizado el diseño y que dirigen la construcción se presentan en el Cuadro N° 9.4

Para un año determinado de la construcción de estaciones de servicio y centros de conversión. El

CUADRO N° 9.3

COMPONENTE DE MANO DE OBRA NO CALIFICADA EN LOS COSTOS DE CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES DEL PROYECTO  
 GNC  
 (\$us)

| CONCEPTO             | AÑO    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                      | 0      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
| Estación de Servicio | 22.200 | 22.200 | 33.300 | 22.200 | 22.200 | 22.200 | 11.100 | 22.200 | 22.200 | 22.200 |
| Centro de Conversión | 13.200 | 13.200 | 13.200 | 13.200 | 13.200 | 13.200 |        |        |        | 26.400 |
| T D T A L            | 35.400 | 35.400 | 46.500 | 35.400 | 35.400 | 35.400 | 11.100 | 22.200 | 22.200 | 48.600 |

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 9.4

PAGO A EMPLEADOS CALIFICADOS DURANTE LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES EN EL PROYECTO GNC  
(\$us)

| CONCEPTO             | AÑO    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                      | 0      | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| Estación de Servicio | 7.000  | 2.000 | 3.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 1.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| Centro de Conversión | 6.320  | 1.320 | 1.320 | 1.320 | 1.320 | 1.320 |       |       |       | 2.640 |
| T O T A L            | 13.320 | 3.320 | 4.320 | 3.320 | 3.320 | 3.320 | 1.000 | 2.000 | 2.000 | 4.640 |

Fuente: Elaboración Propia.

costo de la inversión nacional, menos las remuneraciones a mano de obra no calificada y calificada representa los materiales nacionales que involucra la construcción. Para completar la información, el Cuadro N° 9.5 muestra una clasificación, año por año, de los costos de esos materiales empleados en la construcción de obras civiles del proyecto de sustituirse la gasolina por GNC.

Utilizando los Cuadros Nos. 9.1, 9.3, 9.4 y 9.5, en el Cuadro N° 9.6 se resumen los diversos recursos utilizados para la construcción de obras civiles del proyecto.

En base a la información proveniente del Cuadro N° 5.11, en el Cuadro N° 9.7 se muestran los costos de operación del proyecto, desglosados por años y recursos empleados.

#### 9.5 Beneficios Indirectos

Los beneficios indirectos para la sociedad como resultado de la implementación del Gas Natural Comprimido como combustible automotor serían:

- Beneficios para el medio ambiente
- Beneficios para el usuario.

##### 9.5.1 Beneficios para el Medio Ambiente

El problema de la contaminación ambiental producida por los gases de los combustibles ha llevado a los

CUADRO N° 9.5

COSTO DE LOS MATERIALES NACIONALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCION DE  
OBRAS CIVILES DEL PROYECTO GNC

| AÑO                      | 0       | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6      | 7       | B       | 9       |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| Materiales<br>Nacionales | 251.280 | 251.280 | 351.180 | 261.280 | 261.280 | 261.280 | 89.900 | 179.800 | 179.800 | 342.760 |

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 9.6  
 RECURSOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE ESTACIONES DE SERVICIO Y CENTROS DE CONVERSION A GNC (\$US)

| RECURSO                       | A Ñ O          |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|-------------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                               | 0              | 1              | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | 11               |
| 1) Materiales Nacionales      | 251.280        | 261.280        | 351.180          | 261.180          | 261.180          | 261.280          | 89.900           | 179.800          | 179.800          | 342.760          |                  |                  |
| 2) Mano de Obra No Calificada | 35.406         | 35.400         | 46.500           | 35.400           | 35.400           | 35.400           | 11.100           | 22.200           | 22.200           | 48.600           |                  |                  |
| 3) Mano de Obra Calificada    | 13.320         | 3.320          | 4.320            | 3.320            | 3.320            | 3.320            | 1.000            | 2.000            | 2.000            | 4.640            |                  |                  |
| 4) Divisas                    |                |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
| a) Equipos                    |                |                | 3.250.000        | 3.250.000        | 4.085.341        | 3.250.000        | 3.250.000        | 3.250.000        | 1.584.533        | 3.169.066        | 3.169.066        | 3.332.550        |
| <b>T O T A L</b>              | <b>300.000</b> | <b>300.000</b> | <b>3.652.000</b> | <b>3.550.000</b> | <b>5.135.341</b> | <b>3.550.000</b> | <b>3.352.000</b> | <b>3.454.000</b> | <b>1.188.533</b> | <b>3.565.066</b> | <b>3.169.066</b> | <b>3.332.550</b> |

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N° 9.7  
 COSTOS DE OPERACION DEL PROYECTO DE GNC  
 (\$us)

| RECURSO                    | A Ñ O          |                |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|----------------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                            | 1              | 2              | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | 11               |
| Mano de Obra No Calificada | 28.245         | 85.280         | 117.835          | 148.660          | 179.485          | 210.310          | 214.690          | 223.240          | 231.360          | 301.530          | 301.530          |
| Mano de Obra Calificada    | 18.180         | 37.580         | 64.850           | 84.250           | 103.650          | 123.050          | 132.140          | 150.320          | 168.500          | 186.500          | 186.680          |
| Gastos Administrativos     | 376.422        | 772.289        | 1.319.116        | 1.691.783        | 2.064.360        | 2.436.982        | 2.607.317        | 2.948.197        | 3.298.007        | 3.679.241        | 3.679.241        |
| <b>T O T A L</b>           | <b>422.000</b> | <b>855.149</b> | <b>1.501.801</b> | <b>1.924.648</b> | <b>2.347.495</b> | <b>2.770.342</b> | <b>2.954.147</b> | <b>3.321.757</b> | <b>3.689.307</b> | <b>4.167.451</b> | <b>4.167.451</b> |

Fuente: Elaboración propia, en base a los Cuadros Nos. 5.5, 5.5.A y 5.11.

investigadores a estudiar la emisión de contaminantes en los gases de escape de los motores cuando se emplea GNC. Las pruebas reportan que al ser mejor la mezcla aire-GNC, se reducen las emisiones de hidrocarburos sin quemar, en comparación a la gasolina que contiene Tetraetilato de Plomo, así también disminuyen los depósitos acumulados en la cámara de combustión.

## 9.5.2 Beneficios para el Usuario

### 9.5.2.1 Deterioro de los motores

Las pruebas comparativas indican que los depósitos en el motor que funcionó con GNC eran sólo una quinta parte del peso de los depósitos formados por la gasolina con Tetraetilato de Plomo. Con el uso de GNC como combustible se consigue un menor residuo carbonoso o "carbonilla" en los motores; ya que el GNC no lava el aceite lubricante de los cilindros y válvulas del motor.

### 9.5.2.2 Ahorro por el consumo de GNC

Los vehículos al ser convertidos a GNC, reportan para sus propietarios ahorro por concepto de consumo de combustible, por ser el precio del GNC menor.

El ahorro promedio anual por consumo de GNC por vehículo es de 281.77 dólares (Ver Anexo 9). El Cuadro N° 9.8 muestra el ahorro anual de los usuarios de GNC de acuerdo al cronograma de crecimiento para el país. (Anexo 5a).

## CUADRO N° 9.8

## AHORRO PROMEDIO ANUAL PARA LOS USUARIOS DE GNC

| AÑOS | NUMERO DE VEHICULOS<br>CONVERTIDOS A GNC<br>(Unidades) | AHORRO PROMEDIO ANUAL<br>PARA EL USUARIO<br>(\$us) |
|------|--|--|
| 1    | 800  | 225.416  |
| 2    | 2.300  | 648.071  |
| 3    | 4.700  | 1.324.319  |
| 4    | 7.050  | 1.986.478  |
| 5    | 9.300  | 2.620.461  |
| 6    | 11.300   | 3.184.001  |
| 7    | 12.900   | 3.634.834  |
| 8    | 14.550   | 4.085.665  |
| 9    | 16.300   | 4.592.851  |
| 10   | 18.300   | 5.156.391  |
| 11   | 19.500   | 5.494.51   |

Fuente: Elaboración Propia.

## 9.6 Corrientes de Recursos Originados por el Proyecto

Consideramos ahora el Cuadro N° 9.9 que se ha compilado a partir de los cuadros anteriores y que proporciona un resumen general de todas las corrientes de recursos originados por el proyecto de sustitución de gasolina por GNC.

El concepto 1 muestra el valor social anual de la producción del proyecto y se ha compilado a partir del Cuadro N° 9.2.

El concepto 2 muestra los beneficios indirectos anuales proporcionados por el proyecto, bajo la forma de ahorro para el usuario, que se ha expuesto en el Cuadro N° 9.8.

El concepto 3 está constituido por los costos de construcción expresados en recursos utilizados y se ha tomado del Cuadro N° 9.6. El concepto 4 muestra los costos de operación, se ha obtenido a partir del Cuadro N° 9.7.

El concepto 5 representan transferencias del sector privado al público, por concepto de Gravámenes aduaneros e impuestos al valor agregado, además del residuo de activo fijo.

## 9.7 Evaluación de los Beneficios de Consumo Global Social

La evaluación de los beneficios netos de consumo global social del proyecto de sustitución de gasolina por GNC, se realizaron por etapas sucesivas de aproximación.

CUADRO N° 9.9

## CONSOLIDACION DE CUENTAS PARA EL ANALISIS DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES POR LA IMPLEMENTACION DE GNC (En Bs.)

| CONCEPTO                          | 0       | 1       | 2         | A<br>3    | R<br>4    | 0<br>5     | S<br>6     | 7          | 8          | 9          | 10         | 11         |
|-----------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1) Beneficios Directos            |         |         |           |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
| Divisas                           |         | 908.788 | 2.612.767 | 5.339.133 | 8.008.701 | 10.564.670 | 13.052.642 | 14.654.220 | 16.528.338 | 18.516.573 | 20.788.545 |            |
| 2) Beneficios Indirectos          | ----    | 540.998 | 1.555.370 | 3.178.365 | 4.767.547 | 6.289.106  | 7.541.602  | 8.723.841  | 9.385.596  | 11.022.842 | 12.375.338 | 13.186.036 |
| 3) Costos de Construcción         |         |         |           |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
| Equipos                           |         |         |           |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
| 3a) (Divisas)                     | ----    | ----    | 5.383.337 | 5.383.337 | 8.007.325 | 5.383.337  | 5.383.337  | 5.383.337  | 2.623.987  | 5.247.973  | 5.247.973  | 5.518.703  |
| Total Parcial                     |         |         | 5.383.337 | 5.383.337 | 8.007.325 | 5.383.337  | 5.383.332  | 5.383.337  | 2.623.987  | 5.247.973  | 5.247.973  | 5.518.703  |
| 3b) Materiales Nales.             | 603.072 | 626.832 | 843.072   | 626.832   | 626.832   | 626.832    | 215.760    | 431.520    | 431.520    | 822.624    |            |            |
| 3c) Mano de Obra No<br>Calificada | 84.960  | 84.960  | 111.600   | 89.960    | 84.960    | 84.960     | 26.640     | 53.280     | 53.280     | 116.640    |            |            |
| 3d) Mano de Obra<br>Calificada    | 31.968  | 2.968   | 10.368    | 7.968     | 7.968     | 7.968      | 2.400      | 4.800      | 4.800      | 11.136     |            |            |
| TOTAL (3)                         | 720.000 | 719.760 | 6.348.377 | 6.103.047 | 8.727.085 | 6.103.097  | 5.328.137  | 5.872.937  | 3.113.587  | 6.198.373  |            |            |
| 4) Costos de Operación            |         |         |           |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
| 4a) Mano de Obra<br>Calificada    | ----    | 28.245  | 35.280    | 117.835   | 148.660   | 179.485    | 210.310    | 214.590    | 223.240    | 231.860    | 301.530    | 301.530    |
| 4b) Mano de Obra No<br>Calificada | ----    | 18.180  | 37.580    | 64.850    | 84.250    | 103.650    | 123.850    | 132.140    | 150.320    | 168.500    | 186.680    | 186.686    |
| 4c) Gastos Adminis-<br>trativos   | ----    | 376.422 | 772.289   | 1.319.116 | 1.691.738 | 2.066.360  | 2.436.982  | 2.607.317  | 2.348.197  | 3.289.007  | 3.679.241  | 3.679.241  |
| TOTAL (4)                         | ----    | 422.847 | 895.149   | 1.501.801 | 1.824.648 | 2.347.495  | 2.770.342  | 2.964.147  | 3.321.757  | 3.589.367  | 4.167.451  | 4.167.451  |
| 5) TRANSFERENCIA DE FONDOS        |         |         |           |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
| 5a) Gravamen e IVA                |         |         |           |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
| 5a) Por importación de<br>equipos | ----    | ----    | 2.418.501 | 2.418.501 | 3.597.493 | 2.418.601  | 2.418.601  | 2.418.601  | 1.178.892  | 2.357.785  | 2.479.417  | 2.479.417  |
| 5b) IVA por venta de GNC          | ----    | 170.532 | 490.569   | 1.002.465 | 1.783.689 | 1.983.638  | 2.410.183  | 2.751.448  | 3.103.377  | 3.476.537  | 3.903.218  | 4.159.166  |
| TOTAL (5)                         | ----    | 170.532 | 2.909.170 | 3.421.066 | 5.581.191 | 4.403.209  | 4.828.784  | 5.170.049  | 4.282.269  | 5.834.422  | 6.382.635  | 6.638.583  |
| VALORES FIJALES                   |         |         |           |           |           |            |            |            |            |            |            |            |
| 5c) Valor Residual equipo         | ----    | ----    | ----      | ----      | ----      | ----       | ----       | ----       | ----       | ----       | ----       | 72.497.169 |

Fuente: Elaboración Propia.

El primer paso y el más directo, consiste en evaluar los beneficios y los costos bajo la hipótesis de que los precios de mercado reflejan adecuadamente los costos sociales de oportunidad, y por consiguiente, los beneficios y costos de consumo definitivo de que se trata.

Considerados desde este punto de vista, los beneficios de consumo global del proyecto están constituidos por los conceptos (1), (2) y (5) del Cuadro N° 9.9 y los costos de consumo comprenden los conceptos (3) y (4) del mismo cuadro.

Los conceptos (1), (2) y (5) corresponden a ganancias reales para la economía de Bolivia en su conjunto, ganancias que no se hubieran producido de no existir el proyecto. Análogamente, los conceptos (3) y (4) corresponden a pagos hechos por recursos que se hubieran podido utilizar en otra parte de la economía de no haber sido por este proyecto y que por consiguiente, dan la medida del sacrificio de posibilidades de consumo que la economía boliviana sobrelleva debido al proyecto.

Así pues, el valor de mercado de los beneficios netos del consumo global social en cualquier año del proyecto están dados por la fórmula:

$$MC = (1) + (2) - (3) - (4) + (5) \quad (9.1)$$

en la cual MC representa la primera aproximación a los beneficios netos de consumo global del proyecto. La segunda aproximación supone el reajuste de los

precios de mercado de determinados recursos, cada vez que dichos precios no reflejan la contribución real de los recursos a los objetivos del consumo global, es decir su costo de oportunidad social.

En la evaluación de este proyecto, los reajustes de precios se concentran en 3 recursos: divisas, mano de obra calificada y la mano de obra no calificada.

A partir de la promulgación del decreto 21060 y dada la característica estructural de economía sumamente abierta que somos el tratamiento al tipo de cambio es de vital importancia. Al no existir un stock de reservas internacionales no puede tener éxito una política de tipo de cambio fijo, ya que su aplicación requiere precisamente de dicho stock.

Es por esto, que la NPE que se aplicó en 1985 y que en la actualidad está en plena vigencia, optó por la flotación administrada, dada que su aplicación no requiere de un stock de reservas o si la requiere es mínima en comparación a la política de tipo de cambio fijo.

Con la flotación administrada, se busca que el Banco Central sea la entidad que permanentemente determine (diariamente) el tipo de cambio, en función a la inflación interna y a la demanda y oferta de divisas que constantemente está recibiendo.

Es evidente para el gobierno, que un dólar en divisas tiene un valor superior al fijado por el mecanismo de la oferta y demanda (Bolsín), el costo social de

oportunidad de las divisas con respecto a su precio en el mercado oficial se designará por  $(1 + \emptyset)$ . Es decir  $\emptyset$  representa la prima de las divisas, que actualmente es positivo en Bolivia y que según se prevé permanecerá constante durante toda la vida del proyecto.

"Así también, luego de la aplicación de la NPE en agosto de 1985, la libre contratación y la autonomía tarifaria en el mercado del trabajo son elementos fundamentales en el nuevo modelo económico vigente desde el citado año, ya que permiten, por una parte, la imprescindible movilidad del factor trabajo cuando así se los requiere y por otra, permite que la negociación salarial se efectúe entre las partes interesadas: empresarios y obreros." (28).

Sin embargo, la aplicación de la NPE agudizó en Bolivia el desempleo, estando éste alrededor del 25% (29). Por consiguiente, el caso de éste es el contrario del de las divisas. En relación con las tarifas de salarios vigentes en el mercado, el costo de oportunidad de la mano de obra no calificada se designará por  $(1 + \quad)$ , en el cual representará la prima de la mano de obra.

---

(28) MENDEZ, Armando. "La Nueva Política Económica", Matutino Hoy, Suplemento Análisis 1986.

(29) Fuente: INE.

Se observa que la mano de obra calificada presenta también un grado de desempleo, se puede reconocer también de manera general que los trabajadores calificados están insuficientemente retribuidos en el país. Por lo tanto, se supone que el trabajador calificado marginal aporta a los beneficios de consumo global social una contribución mayor que el sueldo que percibe. Al igual que  $\phi$  y  $X$  se define como la prima social sobre la remuneración de mercado de la mano de obra calificada.

Los beneficios netos de consumo global en un año determinado del proyecto de sustitución de gasolina por GNC se expresan ahora, una vez incorporadas las primas relativas al costo social de oportunidad, con la fórmula siguiente:

$$SC^* = MC + \phi F + L + XW \quad (9.2)$$

en el cual  $F = (1) - (3-a) + (5-c) \quad (9.2a)$

$$L = - (3-c) - (4-b) \quad (9.2b)$$

$$W = - (3-d) - (4-a) \quad (9.2c)$$

$SC^*$  se obtiene añadiendo tres términos a la primera aproximación  $MC$ . El primer término corrige  $MC$  en relación con el costo de oportunidad social de las divisas, multiplicando el componente neto en divisas de los costos y beneficios  $F$ , con la prima (positiva) de las divisas  $\phi$ . El segundo término corrige  $MC$  en relación con el costo social de oportunidad de la mano de obra no calificada, multiplicando el componente neto correspondiente a esta  $L$ , por la prima, de la mano de obra . El tercer término hace

lo mismo en relación con la mano de obra calificada, con su prima X.

Consideramos ahora la tercera y última aproximación a los beneficios netos del consumo global social del proyecto. Esta consiste en tener en cuenta que el valor social de los fondos dedicados a la inversión es superior al valor social que tienen los mismos fondos si se dedican al consumo. Para evaluar los beneficios (y costos) futuros del proyecto, hay que estimar la repercusión neta de éste sobre la combinación consumo-inversión de la economía. En la medida que el proyecto ocasiona un incremento neto de la inversión en relación con el consumo en un año determinado, los correspondientes beneficios de consumo global, evaluados a la tasa de actualización social pertinente, se elevarán por sobre el nivel medido por la segunda aproximación SC. Para evaluar el efecto neto del proyecto sobre la tasa de inversión, es necesario distinguir todas las corrientes de beneficios y costos que se suman para constituir SC, así como toda transferencia concomitante de fondos, según sea el grupo que gana o pierde, y estimar las respectivas propensiones marginales al ahorro de cada grupo.

Para este fin, se han distinguido tres amplios grupos de ganadores y perdedores en relación con el proyecto de sustitución de gasolina por GNC: los trabajadores L; el sector público G y el sector privado P. G abarca las entidades oficiales de Bolivia, pues todas actúan dentro de un presupuesto común. Cada una de

las corrientes de beneficios y costos que entran en la composición de SC según se define en la ecuación 9.2, puede identificarse con uno de esos tres grupos. Ahora procedemos a estas identificaciones en forma más pormenorizada (todos los conceptos a utilizarse provendrán del Cuadro N° 9.9). Por consiguiente, los conceptos (2) y (5-c) son beneficios directos que capta P. Análogamente, los conceptos (3) y (4) son costos que soporta P. Los conceptos (5-a) y (5-b) representan transferencias de fondos de P a G, por consiguiente son costos que soporta P.

Puesto que G controla el mercado de divisas por medio de la flotación administrada, es el quién soporta realmente el costo de la prima de las divisas que acompaña a todas las importaciones. Por consiguiente,  $\emptyset$  (1) representa un beneficio debido al proyecto que es captado por G. Del mismo modo, G pierde  $\emptyset$  (3-a). Si pasamos a los conceptos relativos a transferencia de fondos, es evidente que G gana (5-a), (5-b) y (5-c).

Quedan ahora por considerar los costos incluidos en SC, que están representados por la prima de mano de obra no calificada, XL. Esta prima corresponde al margen en que la cifra total de salarios del proyecto para la mano de obra no calificada pasa de la cantidad necesaria para atraer al proyecto trabajadores no calificados. Este margen corresponde exactamente al ingreso adicional neto que recibe la mano de obra no calificada debido al proyecto. Es

decir, los costos -  $((3-c) - (4-b))$  corresponden a L.

La distribución de la segunda aproximación a los beneficios netos de consumo global social puede resumirse así:

$$SC = SC^P + SC^G + SC^L \quad (9.3)$$

donde:

$$SC^P = MC + (2) - (3) - (4) - (5-a) - (5-b) - (5-c) \quad (9.3a)$$

$$SC^G = F + (2) + (5-a) + (5-b) + (5-c) \quad (9.3b)$$

$$SC^L = -L \quad (9.3c)$$

$SC^P$ ,  $SC^G$  y  $SC^L$  representan el valor de los beneficios netos de consumo correspondientes a P, G y L respectivamente. Para llegar al valor social definitivo de los beneficios netos de consumo global social, C, hay que corregir  $SC^P$ ,  $SC^G$  y  $SC^L$ , según la proporción en que se divida cada uno entre consumo e inversión. Así, si el trabajador no calificado medio ahorra una proporción  $S_L$  de sus beneficios marginales, el valor social de los beneficios netos de consumo correspondientes a la mano de obra no calificada es:

$$C^L = ((1-S_L) + S_L P^{inv}) SC^L \quad (9.4)$$

donde:

$P^{inv}$  es el precio de cuenta de la inversión. Análogamente, si  $S_G$  y  $S_P$  representan las proporciones

marginales a ahorrar de G y P, respectivamente, el valor social de los beneficios netos de consumo correspondientes a G y P es, respectivamente:

$$C^G = ((1-S_G) + S_G P^{inv}) SC^G \quad (9.5)$$

$$C^P = ((1-S_P) + S_P P^{inv}) SC^P \quad (9.6)$$

Podemos representar la tercera y última aproximación al valor de los beneficios netos de consumo global social, C, para Bolivia en cualquier año dado, como la suma del valor social de los beneficios netos correspondientes a cada grupo separado, o sea:

$$C = C^G + C^P + C^L \quad (9.7)$$

#### 9.8 Evaluación Económica del Proyecto de Sustitución

Cada uno de los parámetros a usarse es una función de tiempo y por consiguiente los valores correspondientes pueden variar según el año en que se miden los beneficios y los costos. Sin embargo, hay que destacar que información actualizada sobre parámetros nacionales para Bolivia no existe, situación que nos hace suponer a los fines del presente trabajo, que dichos parámetros no sufrieron gran variación en el tiempo y que permanecerán constantes a lo largo de la vida del proyecto.

En el Anexo 6, cada parámetro aparece con su valor numérico correspondiente. Dados todos estos parámetros y conocidas todas las corrientes apropiadas (conceptos) a lo largo del tiempo que aparecen en el Cuadro N° 9.9, podemos ahora computar

los beneficios netos del consumo global social en cada año del proyecto y sustituir en las ecuaciones correspondientes.

En cambio, todas las corrientes temporales del Cuadro N° 9.9 deben ser actualizados mediante una actualización regresiva al año 0 a la tasa de actualización social y valor actualizado de cada corriente.

Luego, estos valores se sustituyenn en las ecuaciones preparadas anteriormente para computar la contribución total del proyecto al objetivo de consumo global.

El Cuadro N° 9.10 muestra los valores actualizados en el año 0 de cada una de las corrientes (conceptos) del Cuadro N° 9.9, actualizados a tasas de actualización social de 13% y 23%. Utilizando estos valores actualizados, el valor actualizado de los beneficios netos del consumo global debidos al proyecto, aparecen en sucesivas etapas de aproximación en el Cuadro N° 9.11.

Es así que, considerando la tasa de actualización social de 13% tenemos que el valor actualizado de MC, la primera aproximación es de 65.980.357 millones de bolivianos. La segunda aproximación, SC, resulta ser casi del mismo orden de magnitud, 66.210.000 millones de bolivianos. Si bien el proyecto rinde ganancias netas en divisas ( $F = 27.728.148$  millones de bolivianos), en realidad, la prima de divisas es insignificante ( $\emptyset = 0.05$ ), además de que en Bolivia

## CUADRO N° 9.10

VALORES ACTUALIZADOS DE LOS CONCEPTOS DEL CUADRO N° 9.9 EN EL  
AÑO 0  
(En Bs.)

| C O N C E P T O                                | TASA DE ACTUALIZACION SOCIAL |            |
|--|------------------------------|------------|
|  | 13%                          | 23%        |
| 1) Beneficios Directos (Divisas)               | 48.277.102                   | 28.492.816 |
| 2) Beneficios Indirectos                       | 32.166.723                   | 18.297.221 |
| 3) Costos de Construcción                      |                              |            |
| (3-a) Equipos (Divisas)                        | 26.422.889                   | 17.225.579 |
| (3-b) Material nacional                        | 3.706.554                    | 2.880.155  |
| (3-c) Mano de obra no calificada               | 499.788                      | 389.647    |
| (3-d) Mano de obra calificada                  | 70.651                       | 60.395     |
| 4) Costos de Operación                         |                              |            |
| (4-a) Mano de obra                             | 885.389                      | 530.878    |
| (4-b) Mano de obra no calificada               | 530.817                      | 312.664    |
| (4-c) Gastos administrativos                   | 10.553.020                   | 6.237.892  |
| 5) Transferencias de Fondos                    |                              |            |
| (5-a) Gravamen e IVA por importación de equipo | 11.907.030                   | 7.585.844  |
| (5-b) IVA por venta GNC                        | 10.424.667                   | 5.975.263  |
| (5-c) Valor residual equipo                    | 5.873.934                    | 2.309.770  |

Fuente: Elaboración Propia.

## CUADRO N° 9.11

VALOR ACTUALIZADO DE LOS BENEFICIOS NETOS DEL PROYECTO DE  
SUSTITUCION DE GASOLINA POR G.N.C. EN EL AÑO 0  
(En Bs.)

| CONCEPTO        | NUMERACION DE<br>ECUACIONES | TASA DE ACTUALIZACION SOCIAL |            |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------|------------|
|                 |                             | 13%                          | 23%        |
| Consumo Global  |                             |                              |            |
| MC              | (8.1)                       | 65.980.357                   | 35.023.744 |
| F               | (8.2a)                      | 27.728.147                   | 12.577.007 |
| L               | (8.2b)                      | (1.030.595)                  | (702.311)  |
| W               | (8.2c)                      | (956.040)                    | (591.245)  |
| SC              | (8.2)                       | 66.210.002                   | 35.527.780 |
| SC <sup>P</sup> | (8.3a)                      | 21.316.964                   | 7.901.490  |
| SC <sup>G</sup> | (8.3b)                      | 1.188.278                    | 1.068.644  |
| SC <sup>L</sup> | (8.3c)                      | (1.030.595)                  | (692.311)  |
| C               | (8.7)                       | 160.221.010                  | 50.321.618 |

Fuente: Elaboración Propia

la prima sobre la mano de obra calificada es alta ( $X = 1.0$ ).

Sin embargo, la aproximación final, C, es mucho mayor que SC, pues asciende a 160.221.010 millones de bolivianos. Ello debido al alto valor social de la inversión en relación al consumo ( $P^{inv} = 1$ ) y al efecto total muy favorable del proyecto. Los dos grupos con las mayores propensiones a ahorrar, G y P obtienen ganancias netas debido al proyecto ( $SC^G = 1.188.278$  millones de bolivianos y  $SC^P = 21.316.964$  millones de bolivianos).

El resultado es que, en síntesis, los beneficios netos de consumo global social debido al proyecto suben a 160.221.010 millones de bolivianos.

#### 9.9 Impacto del Proyecto de Sustitución en la Economía

El impacto directo del programa nacional de sustitución de gasolina por GNC, recaerá en el sector energía, más concretamente en el subsector hidrocarburos donde se reemplazará paulatinamente la gasolina automotriz y el diesel por GNC.

En la actualidad, la gasolina es un recurso energético que tiene vital importancia en nuestra economía, pues su precio está indexado a los ingresos del Tesoro General de la Nación, como se puede ver en el artículo 75, inciso "a" del decreto 21060.

Si el 100% del parque automotor público, sustituye su consumo de gasolina por GNC, se habrá logrado cortar

el efecto inflacionario que tienen las elevaciones del precio de la gasolina, al ofrecer a los transportistas un combustible de menor precio y con mayores ventajas.

#### 9.9.1 Valor Agregado, Desarrollo Regional y Nacional

El Plan Nacional de Sustitución de gasolina por GNC, durante su vida útil registrará un valor agregado por concepto de sueldos y salarios, además de las utilidades que generará.

La implementación del proyecto, se transforma en una fuente de trabajo que permite colaborar con la disminución del desempleo. La acción multiplicadora del pago de sueldos y salarios en términos de disponibilidades monetarias, otorgadas a los 240 trabajadores empleados en el proyecto generará actividades diversas.

Otro aspecto importante es el referente al uso de recursos naturales no renovables que a la fecha se encuentran inexplorados, produciendo pérdidas para el país. De esta manera, el uso de estos recursos por el Plan Nacional de sustitución permitirá al país, más concretamente a los departamentos poseedores de este recurso (GAS) gozar de beneficios que su explotación ofrecerá.

Por otro lado, constituirá el primer gran esfuerzo que YPFBA haga para sustituir la fuente energética tradicional (hidrocarburos líquidos).

## C A P I T U L O X

## 10. EL VALOR SOCIAL DE LA PRODUCCION DE GAS NATURAL COMPRIMIDO Y SU COMERCIALIZACION

"Las perspectivas de corto y mediano plazo para Bolivia, respecto a su crecimiento económico, están asociados en forma crítica a las exportaciones de hidrocarburos, ya que las exportaciones de minerales, que en 1980 representaban el 63% del total, cayeron en 1986 hasta un 38%. Tal situación es consecuencia directa de la caída de los precios internacionales del estaño, pero también deben sumarse otros aspectos como la ineficiencia administrativa en el sector e inestabilidad social. En contrapartida, el sector hidrocarburos incrementó su participación de un 24% al 60% del total de exportaciones en los mismos años de referencia. En 1986, prácticamente la totalidad de las exportaciones de hidrocarburos se refieren al Gas Natural vendido a Argentina. De esta manera, los hidrocarburos se han convertido en la principal fuente de divisas y han contribuido con más del 50% del ingreso fiscal durante 1986" (30).

El plan propuesto para la implementación del GNC aumentaría progresivamente el nivel de sustitución de Gasolina por GNC, durante un período de 10 años, después del cual se alcanzará una sustitución más o

---

(30) Ob. Cit, Pág. 23.

menos estable, hasta llegar gradualmente a cubrir todo el mercado potencial.

Las cantidades de gasolina sustituida se han calculado en base a los volúmenes anuales de consumo de GNC, de acuerdo al cronograma de crecimiento para el país, este cronograma se presenta en el Anexo 5a y esta base a la equivalencia energética en PC de Gas Natural por litro de gasolina. (Ver Anexo 9).

Es así que el valor social de la producción de GNC, está expresada en la cantidad de divisas que se genera por concepto de exportación de gasolina, como resultado de su sustitución por GNC. El Cuadro N° 9.2 del capítulo anterior muestra dichos valores.

#### 10.1 Estimación de la Ecuación de Demanda de Exportaciones para Gas Natural y Gasolina

##### 10.1.1 Aspectos Conceptuales Relevantes

"Son varias las razones por las cuales conviene estudiar el comportamiento de las variables económicas conforme a una base desagregada en lugar de agregada. En primer lugar el examinar cada uno de los componentes de una variable agregada proporciona información considerable, por ejemplo, sobre las variaciones de la estructura fundamental. En segundo lugar, el proceso de agregación bien puede introducir un elemento tendencioso en las estimaciones obtenidas en el orden global y, con ello, reducir su confiabilidad. Por último, se ha deducido que la

desagregación de datos puede llevar al mejoramiento general de la eficiencia pronosticadora." (31).

Todas las razones mencionadas se combinan para que resulte notablemente ventajoso, tanto en el sentido económico como en el estadístico, el tratar de especificar y estimar las relaciones según la base tan desagregada como sea posible.

"En el campo del Intercambio Internacional, han habido varios estudios destinados a explicar la importación y exportación desagregados por productos primarios." (32). "Ahora bien, estos estudios giran todos ellos alrededor de las características del intercambio de los países industriales y, respecto a los países en vías de desarrollo, se han ocupado muy poco del análisis sistemático de la importación y exportación por clases de productos primarios." (33). Desde luego, hay una razón clara para desdeñar a estos países y se refiere a la disponibilidad o más bien escasez de datos adecuados; este problema de los datos es más acusado en cuanto a los precios de la importación y exportación desagregados. Si bien es

---

(31) Este punto es de gran polémica. Para un estudio más profundo puede verse Fromm G., y G.R. Schink, Is Aggregation Neccesarily Bad, International Economic Review, 14, (Febrero de 1973).

(32) Véase Romberg y Boissoneault.

(33) Para el examen de los flujos comerciales agregados de los países en desarrollo, véase Khan (4).

creencia general que las características del intercambio de los países en desarrollo difieren de las de los desarrollados, sería necesario un examen empírico para determinar el grado de dicha diferencia.

El presente capítulo tiene por objeto estimar las ecuaciones de demanda para exportaciones para Gas Natural y gasolina en Bolivia, por ser estos los productos que participan en el proyecto de sustitución. Los resultados de estas estimaciones facilitarán información acerca de la naturaleza y grado de sesgo implícito en las estimaciones de elasticidad; precio y elasticidad, ingreso por exportación de los productos citados anteriormente. En base a las estimaciones obtenidas y al tipo de elasticidad que las exportaciones presenten, se sugieren lineamientos de política económica, para mejorar el tratamiento al valor social de la producción del presente trabajo.

## 10.2 Especificaciones de las Ecuaciones de Exportación

La especificación de una ecuación de exportación en el caso de un país productor de bienes primarios vendrá determinada por la diferencia entre la oferta y la demanda internas. No obstante, la oferta de exportaciones podría variar según el movimiento relativo de los precios de las exportaciones y los precios internos; cuando suben estos últimos, será menor el incentivo para exportar ya que los productores preferirán vender más en el mercado

interno, o salir de él si se suben los precios de las exportaciones. Pero hay que tener en cuenta que, a largo plazo, los precios internacionales pueden afectar la producción interna y, por tanto, a la oferta de exportaciones. El precio pertinente que influye en los incentivos de producción es el precio en moneda nacional percibido por el productor. Este precio dependerá del precio internacional dado del producto, del tipo de cambio y de las subvenciones y otros incentivos fiscales que perciba el productor una especificación de este modelo adaptaría la forma siguiente:

$$\frac{X}{P_x} = f \left( \frac{Y}{P_x} \cdot \frac{P_x}{P_y} \right) \quad (9.1)$$

donde:

X = valor de las exportaciones en moneda nacional

P<sub>x</sub> = precio de las exportaciones en moneda nacional

Y = valor de la producción interna

P<sub>y</sub> = precios internos.

La proyección de la exportación primaria se efectuará mediante una predicción separada del valor y los precios de exportación. Desde luego que una proyección fiable de precios y volúmenes exige un conocimiento completo del sistema institucional en el que se encuadra la producción nacional junto con una comprensión profunda del funcionamiento del mecanismo mediante el cual se forman los precios internacionales y los nacionales. Sin embargo, toda esta información puede ser proporcionada por la División de Estudios Económicos del Banco Central de

Bolivia. En cuanto a los precios internacionales esta misma división concentra la información de instituciones tales como el BIRF, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) que proporcionan series temporales históricas de precios de los principales productos primarios.

Una versión logarítmica de la ecuación de exportación sería:

$$\log x^d = B_0 + B_1 \log \left( \frac{PX}{PW} \right) + B_2 \log W + V \quad (10.2)$$

donde:

$X^d$  = cantidad exportada del producto

PX = precio unitario del producto exportado

PW = precio internacional del producto (reportado por la Organización Económica de Cooperación y Desarrollo).

W = producto interno bruto de los países hacia los que se exporta (OECD).

V = perturbación aleatoria

donde:

$B_1$  = elasticidad precio a corto plazo

$B_2$  = elasticidad ingreso a corto plazo

"En esta versión la ecuación de exportaciones está especificada en términos logarítmicos, con el fin de

facilitar su interpretación." (34). y los parámetros estimados en la ecuación 10.2 nos proporcionan el efecto inmediato que tienen los cambios en las variables explicativas sobre las cantidades de exportación (elasticidades de corto plazo) y los efectos permanentes (elasticidades de largo plazo o de equilibrio).

### 10.3 Elasticidad Precio y Elasticidad Ingreso para Gas y Basolina

Las ecuaciones de exportación y sus elasticidades se han calculado para gas y gasolina separadamente. El método de estimación ha sido el de los Mínimos Cuadrados Ordinarios, empleando el paquete de computación para Econometría TSP 6.0 y el período de estimación para el caso de Gas 1980-1988 y para la gasolina 1978-1983.

Los resultados se indican en el Cuadro N° 10.1 y los datos en base a los cuales se trabajó en el Anexo 7. En este cuadro figuran la elasticidad precio e ingreso, el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), el mismo ( $R^2$ ) ajustado y el error standard de la regresión.

Los resultados obtenidos para las ecuaciones estimadas nos indican que tanto las elasticidades

---

(34) Véase Moshin S. Khan, "Import and Export Demand in Developing Countries" en Staff Paper del F.M.I., Vol. 21 Nov. de 1974.

CUADRO N° 1D.1

## ESTIMACION DE LAS ECUACIONES DE EXPORTACION DE GAS Y GASOLINA

| PAIS    | CATEGORIA | CONSTANTE | ELASTICIDAD           | ELASTICIDAD            | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> | S. E. |
|---------|-----------|-----------|-----------------------|------------------------|----------------|----------------|-------|
|         |           |           | PRECIO B <sub>1</sub> | INGRESO B <sub>2</sub> |                |                |       |
| Bolivia | Gas       | 0,844     | -1,24                 | 0,53                   | 0,97           | 0,95           | 0,04  |
|         |           | (0,19)    | (1,99)                | (0,84)                 |                |                |       |
| Bolivia | Gasolina  | 0,611     | 0,89                  | 0,82                   | 0,82           | 0,79           | 0,07  |
|         |           | (0,27)    | (0,68)                | (2,55)                 |                |                |       |

Fuente: Elaboración Propia.

precio e ingreso para ambos productos se presentan como inelásticas.

La inelasticidad precio e ingreso para exportaciones se debe al reducido mercado externo para estos productos.

#### 10.4 Políticas para el Sector Hidrocarburos

- a) Las elasticidades precio e ingreso para las exportaciones de Gas Natural, se presentan como inelásticas, situación que nos muestra la urgente necesidad de atender la diversificación y el incremento de los mercados de exportación para el Gas Natural. Bolivia debe realizar dentro de este objetivo, grandes esfuerzos por identificar mercados potenciales a largo plazo.
- b) Abrir nuevos mercados para la exportación de Gas Natural entre ellos los de Chile y Paraguay, teniendo en cuenta que en los convenios a realizarse, prima el criterio económico y no así el político, como es el caso de las ventas de Gas a la República Argentina.
- c) El Gas natural es un patrimonio del pueblo boliviano, por consiguiente, se le debe dar el mayor número de usos dentro de nuestras fronteras, estos usos pueden ser:
  1. Gas Natural Comprimido
  2. Redes domésticas de Gas Natural
  3. Generación de termoelectricidad

4. Uso industrial y de fertilizantes
5. Producción de Etileno y Polietileno
6. Fábricas de cemento

- d) Es una necesidad nacional prioritaria, la aplicación de una política generalizada sobre el uso de Gas Natural para la sustitución parcial de hidrocarburos líquidos.
- e) Incrementar el uso de Gas Natural en Bolivia hasta lograr en 1992, un nivel de 150 millones de PCD, tanto para consumo doméstico como para generación de termoelectricidad para exportación.

#### 10.4 Políticas Específicas para la Implementación de Gas Natural Comprimido

- a) A partir de la promulgación del decreto 21060 el gobierno de Bolivia ajustó los precios de los derivados del petróleo, con el fin de acercar los precios domésticos a los de frontera, en algunos casos superando el nivel de precios del mercado internacional. Además, el gobierno implementó medidas para racionalizar, el régimen impositivo de YPFB, tanto para las ventas en el mercado interno como para las exportaciones; estas medidas junto al incremento en el precio de los carburantes, dieron como resultado el crecimiento de ingresos disponibles para YPFB, es así que:

El Ministerio de Energía e Hidrocarburos, Ministerio de Transporte y Comunicaciones, YPFB y los sindicatos de transporte urbano, deben

ingresar a un acuerdo para sustituir el uso de gasolina automotriz por gas natural comprimido, esto con el fin de reducir los costos de operación de transportistas, como también para evitar que los incrementos frecuentes en el precio de la gasolina principalmente, sigan afectando la magra economía del pueblo boliviano.

- b) Se debe proceder a realizar el estudio económico financiero para ver la posibilidad de implementar Estaciones Satélites de GNC, en el área rural con el fin de sustituir el consumo de diesel, por parte del transporte rural. Esto para disminuir los costos de operación de los transportistas y de esta forma evitar que los incrementos en el precio del diesel repercuta sobre los precios de los productos agrícolas que son transportados del campo para su consumo en las ciudades.
- c) Se debe incrementar el número de vehículos transformados a GNC por sobre las 33.500 unidades y de esta manera tener un valor social de producción de 32 millones de dólares (según los precios mundiales actuales) por concepto de exportación de gasolina).
- d) Las elasticidades precio e ingreso de las exportaciones de gasolina durante el período 1978-1983 se presentan como inelásticas, por consiguiente, la exportación de gasolina (valor social de la producción del proyecto de sustitución) debe ser

destinada a los mercados que ofrezcan mejores perspectivas.

- e) Los organismos gubernamentales deben establecer las normas y reglamentos para el uso de GNC.
- f) Incrementar el nivel de reservas probadas de hidrocarburos líquidos y Gas Natural dentro de niveles que aseguren el mantenimiento mínimo de la relación reserva-producción (incluyendo la producción para exportaciones).
- g) Se debe aplicar una política de precios con el fin de incentivar el uso de GNC con combustible automotriz.
- h) Se debe realizar un estudio económico financiero para ver la posibilidad de sustituir el diesel empleado por los ferrocarriles, con el fin de bajar sus costos de operación. Esto con el fin de beneficiar principalmente a COMIBOL y a los exportadores de soya.

## C A P I T U L O        X I

### 11.        CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se pueden extraer las siguientes conclusiones del presente trabajo:

- Las reservas de hidrocarburos líquidos están en constante descenso, alcanzando en la actualidad a 124 MMBld, en tanto que las reservas probables se estiman en 54 MMBld, dando como resultado que de no encontrarse nuevas reservas se produciría déficit hacia 1995. Esta situación hace imperiosa la necesidad de buscar sustitutos para los hidrocarburos líquidos.
  
- Contrariamente al caso de los hidrocarburos líquidos, las reservas de Gas Natural en nuestro país son abundantes, alcanzando a uno 4 BPC ( $10^{12}$ ), suficientes para 40 años al ritmo de consumo y producción actual, mientras que las reservas probables alcanzan a 1 BPC. Por consiguiente, al ser Bolivia un país con un alto potencial gasífero se debe dar a este recurso el mayor número de usos dentro de nuestras fronteras. El uso del GNC como combustible automotor para sustituir a la gasolina y el diesel es de interés nacional, pues la necesidad de contar con nuevas fuentes de ingresos para el país, hace ver que es urgente buscar nuevos mercados para el gas natural, y es aquí donde radica la importancia de este trabajo.

- Adoptar una política nacional de hidrocarburos, con objetivos y metas de mediano y largo alcance, preservando los altos intereses nacionales en el marco de una política nacional energética.
- Alentar la diversificación del uso de gas natural en el mercado nacional en todas las áreas posibles.
- Durante la última década el parque automotor nacional se ha incrementado a una tasa de crecimiento anual de alrededor del 17%. Actualmente existen 267.210 vehículos registrados en el país, de los cuales un 83% se encuentran en La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, lugares donde se consume más del 81% de los combustibles automotrices vendidos en Bolivia. En síntesis por las proyecciones realizadas, la demanda de hidrocarburos líquidos continuará creciendo.
- Para el año 2000 habrán unos 33.500 vehículos en todo Bolivia que serían susceptibles para la conversión, si es que se dan los incentivos adecuados en el precio del GNC. Esta cantidad de vehículos consumirá aproximadamente el 43% de la gasolina consumida anualmente en el país. Por lo tanto, se debe incentivar la sustitución de gasolina por GNC, pues la cantidad de gasolina sustituida, tendrá un valor anual de unos 32 millones de dólares al ser exportada según los precios mundiales actuales.
- Para poder cubrir una parte de la demanda potencial de GNC, se establecerán 3 centros de conversión en

La Paz, 3 en Santa Cruz y 2 en Cochabamba, además de 7 estaciones de servicio en La Paz, 7 en Santa Cruz, 5 en Cochabamba y 1 en Oruro. La construcción de toda esta infraestructura se dará a lo largo de 10 años de implementación del proyecto. Luego del éxito del funcionamiento del módulo de demostración se debe continuar con la red nacional de GNC de acuerdo al calendario del Plan trazado. Se recomienda que la red nacional de GNC cubra los 9 departamentos de Bolivia.

- En la actualidad no poseemos la capacidad de fabricación necesaria para producir el equipamiento requerido por las estaciones de servicio y centros de conversión de GNC. Con todo, existe en el extranjero tecnología y los equipos necesarios para la implementación de la industria del GNC, que ya son un éxito en varios países del mundo.
- El Ministerio de Energía e Hidrocarburos debe establecer reglamentaciones y códigos de uso referentes específicamente al GNC.
- Para que el plan de sustitución tenga éxito se debe observar rigurosamente las normas de seguridad que implica la implementación del GNC.
- Para los inversionistas el proyecto es rentable comercialmente pues presenta: para el pago al contado un TIR de 31% y si el pago de los equipos es a 540 días plazo de 26% a una tasa de descuento del 23% anual. Se recomienda buscar tasas de interés

menores a la citada con el fin de que la TIR se incremente en beneficio del inversionista.

El usuario de GNC se beneficiará al tener un combustible de mejor calidad a menor precio y que sobre todo alargue la vida útil de sus máquinas.

- Existen diferencias fundamentales dentro de la economía boliviana, considerada como una unidad compuesta de muchos factores heterogéneos, entre los precios vigentes en el mercado y los respectivos precios sombra o sociales, que son los que reflejan el verdadero precio dentro de la economía nacional. Para ver el impacto de este proyecto de sustitución, es necesario aplicar estos precios económicos a todas las inversiones, costos de los insumos y factores, valor de los productos terminados. Mediante este análisis se determina de una manera más precisa los beneficios desde el punto de vista social.
- Los beneficios directos que genera el proyecto para la sociedad se expresan en el monto de divisas que se percibe por concepto de exportación de gasolina. Los beneficios indirectos están representados por los beneficios que representa para el medio ambiente al disminuir la contaminación; además de significar un ahorro para el usuario por el precio menor del GNC; al margen de proteger la vida útil de los motores.
- Durante los diez años de vida del proyecto de sustitución, éste generará un valor social de

alrededor de 46 millones de dólares por concepto de exportación de gasolina.

- El estudio del precio económico de la mano de obra se dividió en dos partes: el precio económico de la mano de obra calificada y de la mano de obra no calificada.
- El precio cuenta de la mano de obra no calificada en Bolivia, se estima igual a cero, debido a la elevada tasa de desocupación que se registra y al subempleo existente de la mano de obra, considerada empleadas; tanto en el sector urbano como en el rural y especialmente en este último.
- En el caso de la mano de obra calificada, la situación puede considerarse casi análoga a la de la mano de obra no calificada. Evidentemente puede considerarse la existencia de desocupación y subempleo en este campo, pero además debe considerarse que la mano de obra calificada está insuficientemente retribuida. Para fines del presente ejercicio se considera el costo de oportunidad de la mano de obra calificada igual a uno (1).
- El programa de sustitución generará 240 nuevos empleos, solucionando así en alguna manera el problema de desocupación que agobia al país.
- En casi todos los países, el precio de mercado de la divisa no refleja su valor económico. Para el cálculo de este precio, es necesario tomar en

cuenta el valor total de las importaciones anuales, el valor del volumen del comercio ilícito (contrabando), las recaudaciones por impuestos a importaciones y exportaciones y el monto total anual de las subvenciones a las exportaciones e importaciones si hubieran.

En el caso de nuestro país, se estima que el precio social de la divisa ésta en 0.05 por ciento sobre el precio fijado por el mecanismo del Bolsín del Banco Central.

- El precio económico del capital es la tasa de interés que refleja la escasez real de capital en el país.

En Bolivia la máxima tasa de interés bancaria (incluyendo impuestos y comisiones) se encuentra en 23% anual. Esta cifra puede dar una idea sobre el orden de magnitud del precio social del capital. Para los fines de este análisis se asumió que el precio cuenta del capital en 13%.

- Podemos concluir también que el programa de sustitución posibilitará un mayor uso de un recurso energético como es el gas, asimismo promoverá la capacitación de mano de obra a diferentes niveles, de no existir este proyecto permanecería menos productiva la economía.
- Este programa de sustitución, por su magnitud, tendrá un apreciable efecto multiplicador y acelerador en la economía regional y nacional.

Evidentemente provocará una diversificación industrial en el país al generar diferentes industrias y servicios complementarios.

También el ingreso para las regiones se han incrementado considerablemente. El comercio regional se fortalecerá. En resumen el proyecto contribuirá al desarrollo económico regional.

- Se puede concluir, asimismo, que otro aspecto importante del proyecto es que aportará favorablemente al equilibrio de la Balanza de Pagos del país, al estar destinado el valor social de su producción en la exportación.
- Luego del análisis de Beneficios y Costos sociales, empleando precios económicos, se puede concluir que la contribución del proyecto a los beneficios netos del consumo global social es de 160.000.000 millones de bolivianos aproximadamente, siendo el proyecto altamente beneficioso para la sociedad en su conjunto.
- La aplicación del enfoque de elasticidades nos ayuda a ver la inelasticidad de las exportaciones frente a las variaciones de los precios e ingresos. En este sentido, se debe buscar que el valor social de la producción del presente trabajo, encuentre el mejor mercado de exportación.
- Para el pleno éxito del Proyecto de Sustitución de gasolina por GNC, se debe aplicar políticas específicas para el uso del GNC. Se recomienda

entrar en un acuerdo con los transportistas con el fin de que el 100% del transporte público use GNC.

#### 11.1 Conclusión General

Si Bolivia desea abandonar su condición de país subdesarrollado, deberá hacer un notable esfuerzo para administrar la explotación de sus recursos naturales según normas dictadas por leyes nacionales que aseguren, tan eficientemente como sea posible, la canalización de los recursos obtenidos hacia obras y proyectos de beneficio colectivo.

A D D E N D U M

## EL GAS NATURAL COMPRIMIDO Y EL GAS LICUADO DE PETROLEO

### I. GENERALIDADES SOBRE EL PETROLEO

- a) Definiciones
- b) Composición
- c) Procesamiento y Transporte
- d) Consumo Final de Hidrocarburos

### II. VARIEDAD DE COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL PETROLEO

- a) Gasolina
  - i) Gasolina Blanca
  - ii) Gasolina Extra
  - iii) Gasolina Superior
  - iv) Gasolina Premium
- b) Diesel
- c) Fuel Oil
- d) Kerosene

### III. GAS LICUADO DE PETROLEO - GLP

### IV. GAS NATURAL COMPRIMIDO

### V. CONCLUSIONES

## EL GAS NATURAL COMPRIMIDO Y EL GAS LICUADO DE PETROLEO

### I. GENERALIDADES SOBRE EL PETROLEO

Se denomina hidrocarburos o petróleo a un gran número de sustancias cuya composición está regida por una fórmula general que indica la presencia de hidrógeno y carbono en ciertas proporciones. El petróleo es una mezcla de hidrocarburos en tres grupos (sólido, líquido y gaseoso) en proporciones muy variables que determinan su calidad según el Yacimiento en que se hallen. Todos derivan de restos orgánicos de una muy abundante fauna marina de épocas pretéritas, sometidos a gran presión; a una especie de dilatación por el transcurso de los años.

#### a) Definiciones

Petróleo: Los hidrocarburos líquidos en condiciones estándar de temperatura y presión. Esta denominación abarca a la mezcla de hidrocarburos líquidos que se obtenga de los procesos de separación de gas asociado o condensado.

Gas Natural: Los hidrocarburos que en condiciones estándar de temperatura y presión se presentan en estado gaseoso.

Gas Asociado: La fracción gaseosa de hidrocarburos que resulta de los procesos de separación de líquidos y gases en la producción de hidrocarburos.

## b) Composición

Gas Natural: La composición promedio estándar del Gas Natural Boliviano es la siguiente:

| <u>Componente</u>   | <u>Fórmula</u>                 | <u>Sigla</u>     | <u>% Molar</u> |
|---------------------|--------------------------------|------------------|----------------|
| Nitrógeno           | N <sub>2</sub>                 | N <sub>2</sub>   | 1,52           |
| Dióxido de Carbono  | CO <sub>2</sub>                | CO <sub>2</sub>  | 0,03           |
| Metano              | CH <sub>4</sub>                | C <sub>1</sub>   | 89,60          |
| Etano               | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>  | C <sub>2</sub>   | 5,97           |
| Propano             | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>  | C <sub>3</sub>   | 1,98           |
| Isobutano           | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | i-C <sub>4</sub> | 0,22           |
| Normal butano       | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | n-C <sub>4</sub> | 0,44           |
| Isopentano          | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | i-C <sub>5</sub> | 0,09           |
| Normal pentano      | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | n-C <sub>5</sub> | 0,07           |
| Hexano y superiores | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> | C <sub>16</sub>  | 0,08           |
|                     |                                |                  | 100,0          |

Gas Licuado de Petróleo: El Gas Licuado de Petróleo es el resultado de un proceso de refinación y se obtiene del petróleo crudo mediante un fraccionamiento en las torres de las refineries, resultado procesamiento depropanizado y debutonizado para obtener propano y butano que son los componentes principales del G.L.P., conocido también como gasolina estandarizado.

Según información proveniente del Plan Nacional de Energía II, de 1989, Y.P.F.B. dispone de 3 refineries

ubicadas en Cochabamba, Santa Cruz y Sucre, con las siguientes capacidades de refinación:

|            |            |
|------------|------------|
| Cochabamba | 27.500 BPD |
| Santa Cruz | 15.900 BPD |
| Sucre      | 3.000 BPD  |

En las refinerías de Cochabamba y Santa Cruz se realizan procesos de destilación primaria junto a un reforming catalítico, no así en Sucre donde únicamente se hace destilación primaria. Se debe destacar que la producción de lubricantes se la efectúa exclusivamente en la refinería de Cochabamba.

En lo referente al Gas Licuado de Petróleo se puede decir que las fuentes de producción son tanto de refinería, como de las plantas de tratamiento de Gas Natural. Las capacidades nominales de producción de GLP de estas plantas son las siguientes:

|              |          |
|--------------|----------|
| Río Grande   | 350 TM/D |
| Valle Grande | 250 TM/D |
| Collpa       | 30 TM/D  |
| Camiri       | 20 TM/D  |

En lo referente a los ductos y sus capacidades para transporte de petróleo, gas y derivados, el detalle actualizado de los tramos más importantes es el siguiente:

Oleoductos

| <u>Tramo</u>               | <u>Longitud Aprox.</u><br>(Km) | <u>Capacidad</u><br>(BBL/Día) |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Camiri-Sucre               | 335                            | 8.000                         |
| Camiri-Yacuiba             | 257                            | 16.000                        |
| Santa Cruz-Camiri (I)      | 272                            | 5.500                         |
| Camiri-Santa Cruz (II)     | 272                            | 20.000                        |
| Santa Cruz-Sica Sica-Arica | 971                            | 50.000                        |
| Río Grande-Santa Cruz      | 60                             | 20.000                        |
| Tita-Santa Cruz            | 162                            | 30.000                        |
| Cerrillo-Choretí           | 56                             | 11.000                        |
| Víbora-Yapacaní            |                                |                               |
| H. Suárez-Carandú          | 148.5                          | 4.500                         |

Poliductos y Propanoductos

| <u>Tramo</u>            | <u>Longitud Aprox.</u><br>(Km) | <u>Capacidad</u><br>(BBL/Día) |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Cochabamba-Oruro-La Paz | 368                            | 12.000                        |
| Sucre-Potosí            | 105                            | 3.700                         |
| Villamontes-Tarija      | 187                            | 4.000                         |
| Río Grande-Santa Cruz   | 60                             | 4.000                         |

Gasoductos

| <u>Tramo</u>                 | <u>Longitud Aprox.</u><br>(Km) | <u>Capacidad</u><br>(BBL/Día) |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Santa Cruz-Yacuiba           | 530                            | 250                           |
| Taquepirenda-Camiri          |                                |                               |
| Monteagudo-Sucre             | 341                            | 27.7                          |
| Sucre-Potosí                 | 114                            | 7.3                           |
| Tarabuco-Tapirani-Cochabamba | 282                            | 11.5                          |
| Cochabamba-Oruro-La Paz      | 365                            | 7.0                           |

| <u>Tramo</u>                     | <u>Longitud Aprox.</u><br>(Km) | <u>Capacidad</u><br>(BBL/Día) |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Río Grande-Parotani              | 455.3                          | 31.4                          |
| Villamontes-Tarija-<br>El Puente | 259                            | 4.0                           |

d) Consumo Final de Hidrocarburos

El consumo final de derivados del petróleo y gas natural fue el siguiente:

Las gasolinas automotrices alcanzaron un valor de 3.340.2 miles de barriles, que representan un incremento del 3,3% comparado con la anterior gestión.

El Diesel Oil sufrió un incremento del 12,6% respecto a 1989, que se tradujo en un volumen de venta de 2.157.40 miles de barriles.

El Gas Licuado de Petróleo disminuyó en su consumo a 1.950.0 miles de barriles anuales con un decremento del 0,3%.

El Gas Natural en el consumo interno tuvo un importante incremento, producto de la nueva política de sustitución de combustibles pesados, el porcentaje de incremento fue de 30,8%.

En cuanto a la exportación los niveles de venta se mantuvieron conforme a contrato con la Argentina con un volumen de 78.037 millones de pies cúbicos anuales que representan un promedio de exportación de 214 millones de pies cúbicos/día.

## II. VARIEDAD DE COMBUSTIBLES DERIVADOS DEL PETROLEO

Se analizan los combustibles más livianos utilizados en nuestro país, los cuales de acuerdo a su importancia son los siguientes: Gasolina, Diesel, Fuel Oil, Kerosene. Se hace notar que la gasolina para motores de aviación y el Jet Fuel, que tienen otras características, no entran en el presente análisis.

### a) Gasolina

La gasolina es el producto de mayor consumo entre los combustibles, por lo tanto es el refinado que mayor demanda tiene en el mercado.

Hasta 1980 existía en el país los siguientes tipos de gasolina:

- i) Gasolina Blanca. No es utilizada por los motorizados.
- ii) Gasolina Extra. Tenía una subvención estatal en el precio y fue destinada para el uso del sector público, con un octonaje igual a 72.
- iii) Gasolina Superior. Con un octonaje igual a 82 se la empleaba en el sector automotor privado.
- iv) Gasolina Premium. Con un octonaje de 92 fue la de mayor calidad en el país.

Hasta noviembre de 1979 existían: la gasolina extra y super extra.

Actualmente sólo existen la gasolina superior de 82 octanos y la Premium de 92 octanos.

b) Diesel

Es el más barato de los combustibles que emplean los motorizados y tiene un gran consumo. Es usado generalmente por los vehículos pesados que realizan servicios de larga distancia, también por los buses de transporte interdepartamental y en menor por lo que realizan transporte interprovincial. Al margen del Gas Natural Comprimido el Diesel no puede ser sustituido por otro combustible.

c) Fuel Oil

Combustible utilizado por los motores estacionarios. Factible de ser sustituido por el metanol (obtenido del gas metano), Y.P.F.B. ha efectuado estudios al respecto.

d) Kerosene

Es un combustible barato, empleado industrialmente en: fábricas de pan, de galletas, etc., tiene uso como fuente de calor, por su bajo precio.

### III. GAS LICUADO DE PETROLEO - GLP

En nuestro país el GLP es utilizado como fuente de energía para quemadores domésticos e industriales por su menor precio en relación a otros combustibles.

Como sustituto de la gasolina automotriz, el GLP mezcla de propano ( $C_3H_8$ ) y butano ( $C_4H_{10}$ ) los cuales a la temperatura ambiente se encuentran en estado gaseoso, siendo más pesado que el aire; para transformarlo al estado líquido debe someterse a una presión moderada, siendo un excelente combustible por sus cualidades físico-químicas. A partir de 1972 se lo usó ya en forma experimental en vehículos adaptados para funcionar a GLP; el parque sustituido según Y.P.F.B. fue el siguiente:

|                        |   |                 |
|------------------------|---|-----------------|
| La Paz                 | = | 1.000 vehículos |
| Cochabamba             | = | 1.000 vehículos |
| Santa Cruz             | = | 1.500 vehículos |
| Tarija, Potosí y Sucre | = | 200 vehículos   |

El uso de GLP ofrece las siguientes ventajas:

- Un combustible económico siendo el más barato con relación a otros combustibles.
- El índice de octano del GLP es de 95-115, superando el de la gasolina y equivalente al etanol anhidro.
- No produce contaminación por su buena combustión, por lo que no provoca residuos venenosos.
- La vida útil del motor se prolonga por producirse arranque instantáneo.
- Permite operar alternativamente con gas o gasolina, girando un interruptor eléctrico del panel de control del vehículo.

Sin embargo, el GLP es un combustible con mayor precio que el Gas Natural. Según estadísticas del INE y →Y.P.F.B. el consumo promedio/mes de GLP para uso doméstico es de 3 garrafas, con un valor de 25.50 Bolivianos. Su equivalente en consumo energético de Gas Natural al mes sólo costaría 9 Bolivianos, situación que pone en desventaja al GLP frente al Gas Natural.

#### IV. GAS NATURAL COMPRIMIDO

El gas natural comprimido está sólidamente establecido como combustible automotor alternativo en países de avanzado desarrollo tecnológico como Italia y Nueva Zelanda y en la actualidad se va introduciendo en otros como Canadá, Australia, Argentina. El GNC presenta una serie de ventajas que además de hacerlo apropiado para la propulsión de vehículos, también lo hace favorable económicamente. Estas son algunas de ellas:

- En base a las abundantes reservas gasíferas, permite exportar excedentes de combustibles automotores generando divisas para el país.
- Reducción de los costos de combustible hasta en un 75% (aproximadamente) y de mantenimiento en un 30-50% (1 m<sup>3</sup> de gas aproximadamente 1 litro de gasolina)
- Permite obtener arranques en frío mucho más rápidos y una marcha en caliente mucho más suave debido a que ya se encuentra vaporizado y a que posee mayor octonaje que la gasolina.

- Su combustión es prácticamente completa, por tanto no produce contaminación ambiental.
- Al estar equipado el vehículo con el sistema dual (gas-petróleo) aumenta la autonomía, pudiendo recorrerse muchos más kilómetros entre recargas, el cambio de combustible aún puede realizarse con el vehículo en marcha.
- Genera nuevos puestos de trabajo y fomenta la expansión industrial, promoverá industrias abastecedoras de bienes y servicios; talleres de instalación de equipos, etc..
- También el gas natural puede ser usado en: redes de distribución doméstica, generación de electricidad como fuente de energía para las industrias, etc..

#### V. CONCLUSIONES

- Los hidrocarburos líquidos y gaseosos vienen a constituirse en Bolivia, en la principal fuente de abastecimiento energético.
- La producción de gasolina automotriz se ha incrementado la última gestión en un 3,3%, comparando con la anterior gestión 1988; esto debido al crecimiento del parque automotor.
- El gas natural para consumo interno, tiene un importante incremento de alrededor del 30,8%, en cambio el GLP tuvo un decremento en el consumo del 0,3%.

- El GLP puede ser usado en consumo doméstico industrial y como combustible automotor, sin embargo presenta una desventaja frente al gas natural, el precio.

**B I B L I O G R A F I A**

- 1) Ayala Eduardo, Los hidrocarburos en Bolivia, Asociación de Ingeniería y Geología de YPF, Boletín Técnico N° 1, La Paz, Bolivia
- 2) Carbajal, D.A. Elementos de Proyectos de Inversión, Universidad de San Marcos, Vol. 3, 1979.
- 3) Cardozo, F.M., y Faletto Enzo, Dependencia y Desarrollo de América Latina, Centro de Publicaciones F.C.E.F., 1986
- 4) Fontaine Ernesto, Evaluación Social de Proyectos, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 1983.
- 5) Formm G. y G.R. Schink, Aggregation and Economic Models, International Economic Review, 14 (Febrero de 1973)
- 6) Gas del Estado (Argentina) Gas Natural Comprimido Perfil de Proyecto, Gerencia de Desarrollo, 1984.
- 7) Gaceta Oficial Decreto N° 21060, La Paz, Bolivia 1985
- 8) ILDIS Perspectivas del Gas Natural Boliviano, La Paz, Bolivia 1987
- 9) Kahn S. Moshin, Import and Export Demand in Developing Countries, en Staff Paper del FMI., Vol. 21, Nov. 1974
- 10) King John, La Evaluación de Proyectos de Desarrollo Económico, Editorial Tecnos, Madrid, 1976.

- 11) Liquid Fuels Management Group Ltd., Perspectivas para el Uso de Gas Natural Comprimido como Combustible Automotor en Bolivia, Informe para el Banco Mundial 1987.
- 12) Liquid Fuel Management Group Ltd. 1986 b Compressed Natural Gas (GNC) as a Petrol Substitute in New Zealand
- 13) Luna F. Villarroel J. Aproximación a la problemática del parque automotor, Matutino Hoy, Suplemento Análisis, 1987.
- 14) Melgar D. Vargas W. Gas Natural Comprimido para Automotores YPFB, La Paz, Bolivia
- 15) Mendez Armando, La Nueva Política Económica, Matutino Hoy, Suplemento Análisis, 1986.
- 16) Ministerio de Energía e Hidrocarburos, Plan Nacional de Energía, La Paz, Bolivia, 1987.
- 17) Muller y Asociados Evaluación Económica, La Paz, Bolivia, 1988.
- 18) Nassir, Chain, Fundamentos de Preparación y Evaluación de Proyectos, Ed. Mc Graw-Hill Latinoamericana S.A., Santiago de Chile, 1987.
- 19) Natasha, June, El Balance Energético como Herramienta de Planificación, San Carlo de Bariloche, Argentina, 1987.
- 20) DNUDI, Pautas para la Evaluación de Proyectos, Organización de Naciones Unidas, Nueva York 1976.
- 21) Presscon Ltd. (Pressure Control) Propuesta de Presscon al Programa del GNC presentado a YPFB, 1987.

- 22) Prebisch, Raúl, El Desarrollo Económico de América Latina y Algunos de sus Problemas, CEPAL, 1981.
- 23) Presscon Ltd. Propuesta de Presscon al Programa de Gas Natural Comprimido Presentado a YPFB, (Pressure Control), 1988.
- 24) Proyecto de Ley de Hidrocarburos, aprobada por el Senado, Suplemento Análisis, junio de 1990.
- 25) Rodríguez Octavio, La Teoría del Subdesarrollo de la CEPAL, Rev. Comercio Exterior, México 1979, Vol. 29, Núm. 11.
- 26) Rhomber R. y Poissonneault, Effects of Income and Price Changes on U.S. Balance of Payments, FMI Staff Papers, XI marzo de 1972.
- 27) Taborga Huáscar, Cómo hacer una tesis, Editorial Grijalbo, México 1982.
- 28) UDAPE Resultados y Trayectoria de la Nueva Política Económica, Bases para una política de recuperación, La Paz, Bolivia, 1987.

A N N E X O S

$$\text{Función de mortalidad} = c \cdot (1 + a(1-a) \cdot \exp(-c \cdot x))^{-1}$$

$$\text{Curva de supervivencia} = 1 - \frac{a \cdot c \cdot \exp(-c \cdot x)}{1 + a(1-a) \cdot \exp(-c \cdot x)}$$

Valores tomados, a.... 0.99 c..... 0.35  
 x = edad, años

| Nuev. Regs. Lta. Teng.   | Función Mortalidad | Curva Supervive. | Registros Original | Parque Existente | 1973   | 1974   | 1975   | 1976    | 1977    | 1978    | 1979    | 1980    | 1981    | 1982    | 1983    | 1984    | 1985    | 1986    | 1987    |
|--------------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                          |                    |                  |                    |                  | 7.269  | 12.618 | 12.910 | 11.795  | 9.783   | 10.491  | 17.303  | 17.130  | 14.649  | 9.415   | 9.565   | 24.359  | 28.858  | 28.485  |         |
|                          |                    |                  |                    |                  | 10.249 | 10.711 | 11.179 | 11.698  | 12.099  | 12.562  | 13.035  | 13.497  | 13.950  | 14.413  | 14.876  | 15.339  | 15.801  | 16.264  |         |
| Edad, años               |                    |                  |                    |                  |        |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 0                        | 0.014              | 0.996            | 9.795              | 9.744            | 7.369  | 12.618 | 12.910 | 11.795  | 9.783   | 10.491  | 17.303  | 17.130  | 14.649  | 9.415   | 9.565   | 24.359  | 28.858  | 28.485  | 20.485  |
| 1                        | 0.030              | 0.970            | 9.333              | 9.329            | 6.608  | 11.255 | 12.425 | 13.729  | 11.618  | 8.858   | 10.343  | 17.057  | 16.888  | 14.442  | 9.295   | 8.444   | 24.009  | 28.309  | 28.309  |
| 2                        | 0.039              | 0.962            | 8.859              | 8.897            | 6.044  | 9.415  | 7.120  | 13.158  | 12.474  | 11.397  | 9.495   | 10.137  | 16.717  | 16.551  | 14.154  | 8.131   | 8.276   | 23.530  | 23.530  |
| 3                        | 0.039              | 0.970            | 8.398              | 8.147            | 5.453  | 9.791  | 9.151  | 6.920   | 12.789  | 13.134  | 11.061  | 8.247   | 9.852   | 16.249  | 16.087  | 19.751  | 1.989   | 8.049   | 8.049   |
| 4                        | 0.055              | 0.955            | 7.933              | 7.563            | 7.836  | 8.131  | 8.445  | 8.191   | 6.649   | 13.396  | 11.647  | 10.633  | 7.933   | 9.454   | 15.609  | 15.454  | 13.216  | 7.593   | 7.593   |
| 5                        | 0.078              | 0.933            | 7.476              | 6.970            | 7.157  | 7.396  | 7.675  | 1.991   | 8.908   | 9.389   | 11.811  | 11.077  | 10.049  | 7.497   | 8.945   | 14.752  | 14.595  | 13.496  | 13.496  |
| 6                        | 0.105              | 0.904            | 7.097              | 6.336            | 6.429  | 6.611  | 6.839  | 7.099   | 7.379   | 7.675   | 5.804   | 10.726  | 10.169  | 9.292   | 6.917   | 8.268   | 13.639  | 13.492  | 13.492  |
| 7                        | 0.143              | 0.866            | 6.544              | 5.669            | 5.672  | 5.754  | 5.919  | 6.117   | 6.347   | 6.630   | 6.970   | 15.195  | 9.693   | 9.103   | 9.310   | 6.182   | 7.997   | 13.200  | 13.200  |
| 8                        | 0.191              | 0.817            | 6.091              | 4.971            | 4.961  | 4.867  | 4.949  | 5.076   | 5.045   | 5.447   | 5.660   | 5.893   | 4.456   | 9.354   | 7.826   | 7.136   | 5.260   | 6.949   | 6.949   |
| 9                        | 0.251              | 0.757            | 5.613              | 4.253            | 4.033  | 3.854  | 3.916  | 4.800   | 4.107   | 4.243   | 4.405   | 4.590   | 3.629   | 6.665   | 6.917   | 5.787   | 4.397   | 4.397   | 4.397   |
| 10                       | 0.322              | 0.685            | 5.133              | 3.631            | 3.186  | 3.014  | 3.049  | 3.950   | 3.899   | 3.079   | 3.191   | 3.301   | 3.472   | 3.575   | 3.733   | 4.983   | 4.774   | 4.321   | 4.321   |
| 11                       | 0.402              | 0.604            | 4.692              | 2.833            | 2.794  | 2.151  | 3.244  | 1.999   | 3.000   | 2.013   | 3.097   | 3.097   | 3.097   | 3.327   | 3.435   | 1.833   | 3.589   | 3.210   | 3.210   |
| 12                       | 0.499              | 0.516            | 4.229              | 2.184            | 1.692  | 1.431  | 1.291  | 1.221   | 1.184   | 1.185   | 1.218   | 1.210   | 1.089   | 1.307   | 1.581   | 1.445   | 1.045   | 3.339   | 3.339   |
| 13                       | 0.566              | 0.439            | 3.399              | 1.814            | 1.111  | 855    | 791    | 668     | 834     | 611     | 631     | 631     | 819     | 659     | 669     | 711     | 340     | 563     | 563     |
| 14                       | 0.659              | 0.345            | 3.783              | 1.141            | 695    | 174    | 707    | 310     | 390     | 245     | 257     | 259     | 294     | 211     | 280     | 290     | 325     | 514     | 514     |
| 15                       | 0.732              | 0.271            | 2.840              | 799              | 383    | 334    | 482    | 186     | 106     | 86      | 81      | 89      | 99      | 90      | 85      | 86      | 86      | 105     | 105     |
| 16                       | 0.795              | 0.207            | 2.377              | 492              | 206    | 105    | 49     | 47      | 34      | 39      | 36      | 34      | 34      | 34      | 34      | 35      | 29      | 27      | 27      |
| 17                       | 0.846              | 0.155            | 1.814              | 257              | 101    | 43     | 31     | 39      | 8       | 7       | 8       | 5       | 5       | 5       | 5       | 5       | 5       | 3       | 3       |
| 18                       | 0.898              | 0.115            | 1.451              | 188              | 45     | 16     | 4      | 3       | 3       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |
| 19                       | 0.917              | 0.094            | 888                | 83               | 19     | 5      | 3      | 1       | 1       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Parque estimado          |                    |                  | 107.727            | 94.696           | 94.125 | 94.125 | 87.983 | 90.971  | 90.829  | 92.504  | 100.670 | 108.309 | 109.049 | 111.109 | 108.959 | 123.889 | 149.334 | 180.349 | 180.349 |
| Parque registrado PP.NH. |                    |                  | 69.758             | 69.758           | 71.127 | 84.745 | 97.655 | 109.440 | 113.233 | 128.713 | 146.065 | 169.145 | 177.194 | 186.209 | 194.127 | 219.127 | 257.979 | 267.210 | 267.210 |
| Edad promedio            |                    |                  | 7.64               | 6.20             | 5.84   | 5.42   | 5.21   | 5.25    | 5.90    | 5.38    | 5.15    | 5.34    | 5.04    | 5.39    | 5.13    | 4.51    | 4.65    | 4.65    | 4.65    |
| Cálculo                  |                    |                  | 9.795              | 9.744            | 7.369  | 12.618 | 12.910 | 11.795  | 9.783   | 10.491  | 17.303  | 17.130  | 14.649  | 9.415   | 9.565   | 24.359  | 28.858  | 28.485  | 20.485  |
|                          |                    |                  | 10.644             | 18.457           | 19.213 | 14.270 | 36.831 | 35.455  | 29.337  | 17.315  | 30.695  | 34.115  | 33.776  | 39.894  | 16.593  | 16.889  | 49.019  | 76.818  | 76.818  |
|                          |                    |                  | 36.577             | 26.099           | 27.130 | 28.044 | 31.753 | 39.474  | 37.432  | 34.181  | 25.456  | 30.413  | 50.152  | 49.654  | 43.483  | 34.390  | 24.839  | 70.511  | 70.511  |
|                          |                    |                  | 35.595             | 33.599           | 33.813 | 35.183 | 36.839 | 27.691  | 51.155  | 49.496  | 44.370  | 33.989  | 39.409  | 64.994  | 54.749  | 55.309  | 51.579  | 33.174  | 33.174  |
|                          |                    |                  | 89.894             | 31.004           | 39.113 | 40.889 | 43.803 | 49.250  | 33.240  | 61.439  | 58.234  | 58.157  | 39.614  | 47.332  | 79.045  | 77.269  | 66.079  | 37.959  | 37.959  |
|                          |                    |                  | 44.819             | 41.823           | 43.041 | 49.599 | 46.047 | 47.885  | 49.846  | 37.687  | 69.664  | 66.042  | 60.257  | 44.905  | 53.697  | 88.513  | 87.670  | 74.979  | 74.979  |
|                          |                    |                  | 49.049             | 44.333           | 45.274 | 46.280 | 47.370 | 49.639  | 51.639  | 53.729  | 49.639  | 75.651  | 71.178  | 64.975  | 49.419  | 57.091  | 85.393  | 94.444  | 94.444  |
|                          |                    |                  | 50.251             | 45.747           | 45.378 | 46.115 | 47.349 | 49.935  | 59.775  | 53.901  | 64.963  | 41.567  | 76.916  | 13.933  | 66.476  | 49.597  | 59.177  | 97.996  | 97.996  |
|                          |                    |                  | 54.729             | 44.796           | 49.749 | 49.777 | 44.499 | 45.688  | 47.318  | 49.995  | 59.939  | 53.036  | 40.191  | 74.108  | 70.255  | 64.133  | 47.791  | 57.091  | 57.091  |
|                          |                    |                  | 50.179             | 42.522           | 49.225 | 38.397 | 39.952 | 43.804  | 41.074  | 43.447  | 44.045  | 45.803  | 47.679  | 79.058  | 66.635  | 69.170  | 57.656  | 43.972  | 43.972  |
|                          |                    |                  | 58.709             | 39.840           | 38.050 | 38.156 | 33.425 | 33.446  | 33.974  | 39.956  | 34.990  | 76.386  | 37.754  | 73.301  | 35.723  | 54.936  | 53.070  | 47.530  | 47.530  |
|                          |                    |                  | 58.303             | 39.991           | 39.732 | 35.939 | 34.539 | 33.867  | 24.003  | 24.379  | 25.045  | 25.884  | 26.957  | 27.939  | 28.879  | 21.927  | 40.633  | 38.519  | 38.519  |
|                          |                    |                  | 54.975             | 28.393           | 31.996 | 18.599 | 16.794 | 15.877  | 15.537  | 15.597  | 15.799  | 16.213  | 18.755  | 17.965  | 19.079  | 18.919  | 14.233  | 26.301  | 26.301  |
|                          |                    |                  | 52.722             | 23.599           | 18.639 | 12.111 | 16.241 | 7.241   | 8.742   | 8.549   | 9.555   | 8.694   | 8.937   | 9.295   | 7.572   | 9.954   | 10.363  | 7.836   | 7.836   |
|                          |                    |                  | 49.549             | 17.105           | 10.275 | 7.109  | 5.607  | 4.656   | 4.303   | 3.975   | 3.987   | 7.090   | 3.959   | 1.059   | 4.195   | 4.352   | 4.526   | 4.711   | 4.711   |
|                          |                    |                  | 45.438             | 12.308           | 6.289  | 3.747  | 3.593  | 3.009   | 1.699   | 1.533   | 1.453   | 1.410   | 1.140   | 1.443   | 1.490   | 1.530   | 1.587   | 1.651   | 1.651   |
|                          |                    |                  | 40.407             | 8.970            | 3.502  | 1.777  | 1.067  | 799     | 572     | 483     | 496     | 413     | 404     | 404     | 410     | 421     | 426     | 453     | 453     |
|                          |                    |                  | 34.449             | 5.359            | 1.017  | 750    | 986    | 233     | 160     | 124     | 105     | 95      | 89      | 88      | 89      | 93      | 93      | 95      | 95      |
|                          |                    |                  | 27.568             | 3.163            | 859    | 293    | 123    | 69      | 39      | 36      | 20      | 17      | 15      | 14      | 14      | 14      | 14      | 15      | 15      |
|                          |                    |                  | 19.757             | 1.682            | 379    | 104    | 96     | 15      | 7       | 4       | 3       | 2       | 2       | 2       | 2       | 2       | 2       | 2       | 2       |

$$\text{Función de mortalidad} = c \cdot (1 + a \cdot (1-a) \cdot \exp(-c \cdot x))^{-1}$$

$$\text{Curva de supervivencia} = \frac{1}{a + (1-a) \cdot \exp(-c \cdot x)}$$

Valores tomados, a... 0.99 c... 0.35  
 x = edad, años

| Huer. Reg. Lr. Teno.     | Función Mortalidad | Curva Superviv | 1988    | 1989    | 1990    | 1991    | 1992    | 1993    | 1994    | 1995    | 1996    | 1997    | 1998    | 1999    | 2000    | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    |
|--------------------------|--------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                          |                    |                | 16.727  | 17.198  | 17.652  | 18.115  | 18.579  | 18.579  | 19.583  | 19.966  | 20.429  | 20.893  | 21.355  | 21.817  | 22.280  | 22.743  | 23.206  | 23.669  | 24.132  |
| Edad, años               |                    |                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| 1                        | 0.014              | 0.996          | 16.264  | 16.727  | 17.198  | 17.652  | 18.115  | 18.579  | 19.583  | 19.966  | 20.429  | 20.893  | 21.355  | 21.817  | 22.280  | 22.743  | 23.206  | 23.669  | 24.132  |
| 2                        | 0.030              | 0.998          | 36.196  | 16.094  | 16.498  | 16.947  | 17.409  | 17.859  | 18.315  | 18.772  | 19.339  | 19.684  | 20.140  | 20.597  | 21.053  | 21.509  | 21.965  | 22.422  | 22.878  |
| 3                        | 0.039              | 0.982          | 37.545  | 19.790  | 15.715  | 16.162  | 16.609  | 17.052  | 17.583  | 17.950  | 19.397  | 19.945  | 19.292  | 19.799  | 30.196  | 38.633  | 31.880  | 31.537  | 31.975  |
| 4                        | 0.039              | 0.970          | 35.870  | 26.493  | 19.339  | 15.274  | 15.708  | 16.149  | 16.577  | 17.013  | 17.447  | 17.881  | 19.316  | 19.750  | 19.185  | 19.630  | 38.854  | 38.489  | 39.933  |
| 5                        | 0.055              | 0.955          | 7.727   | 21.978  | 35.056  | 18.491  | 14.679  | 15.698  | 15.589  | 15.925  | 16.349  | 16.768  | 17.179  | 17.595  | 19.813  | 19.430  | 18.849  | 19.265  | 19.683  |
| 6                        | 0.076              | 0.933          | 7.175   | 7.302   | 38.763  | 33.138  | 17.465  | 13.867  | 14.261  | 14.656  | 15.050  | 15.445  | 15.839  | 16.234  | 16.629  | 17.023  | 17.419  | 17.812  | 19.307  |
| 7                        | 0.143              | 0.866          | 12.079  | 18.329  | 5.933   | 6.039   | 13.171  | 37.398  | 14.444  | 11.459  | 14.349  | 12.138  | 13.447  | 12.779  | 13.899  | 13.435  | 13.752  | 14.079  | 14.404  |
| 8                        | 0.191              | 0.817          | 18.453  | 16.359  | 8.859   | 5.099   | 5.179   | 14.725  | 29.496  | 12.306  | 9.834   | 10.114  | 18.394  | 10.674  | 10.953  | 11.399  | 11.513  | 11.793  | 13.079  |
| 9                        | 0.251              | 0.757          | 5.139   | 8.466   | 8.393   | 7.169   | 4.119   | 4.191   | 11.916  | 19.814  | 10.0124 | 7.959   | 9.185   | 9.411   | 9.639   | 8.864   | 9.090   | 9.317   | 9.549   |
| 10                       | 0.322              | 0.685          | 3.338   | 3.947   | 6.344   | 6.291   | 5.371   | 3.885   | 3.140   | 8.929   | 14.349  | 7.511   | 5.963   | 6.139   | 6.303   | 6.479   | 6.642   | 6.912   | 6.992   |
| 11                       | 0.402              | 0.604          | 2.930   | 3.194   | 3.689   | 4.303   | 4.259   | 3.642   | 3.892   | 3.138   | 6.855   | 9.663   | 5.093   | 4.844   | 4.159   | 4.274   | 4.389   | 4.584   | 4.619   |
| 12                       | 0.459              | 0.516          | 1.919   | 1.751   | 1.385   | 1.559   | 3.570   | 3.545   | 3.176   | 1.350   | 1.272   | 3.619   | 5.779   | 3.043   | 3.416   | 3.495   | 3.554   | 3.629   | 3.691   |
| 13                       | 0.576              | 0.439          | 1.034   | 991     | 395     | 667     | 797     | 1.314   | 1.201   | 1.113   | 639     | 651     | 1.859   | 3.953   | 1.556   | 1.295   | 1.271   | 1.306   | 1.341   |
| 14                       | 0.659              | 0.345          | 338     | 439     | 416     | 380     | 289     | 339     | 559     | 472     | 271     | 276     | 795     | 1.253   | 660     | 524     | 539     | 554     |         |
| 15                       | 0.732              | 0.271          | 107     | 91      | 158     | 142     | 130     | 97      | 116     | 191     | 189     | 161     | 93      | 64      | 258     | 439     | 236     | 179     |         |
| 16                       | 0.795              | 0.287          | 39      | 39      | 33      | 40      | 39      | 35      | 36      | 31      | 51      | 51      | 49      | 25      | 72      | 115     | 60      | 49      |         |
| 17                       | 0.846              | 0.155          | 5       | 6       | 8       | 4       | 8       | 8       | 7       | 5       | 6       | 18      | 18      | 9       | 5       | 15      | 34      | 13      |         |
| 18                       | 0.896              | 0.115          | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 2       | 2       | 1       | 1       | 2       | 4       |         |
| 19                       | 0.917              | 0.094          | 0       | 8       | 0       | 8       | 8       | 0       | 8       | 0       | 8       | 0       | 0       | 0       | 0       | 8       | 0       | 0       |         |
| Parque estimado          |                    |                | 160.459 | 169.416 | 168.117 | 168.498 | 170.584 | 173.189 | 173.289 | 174.069 | 174.556 | 175.876 | 176.054 | 177.847 | 188.557 | 184.813 | 187.936 | 193.849 | 196.245 |
| Parque registrado PP.NH. |                    |                | 4.87    | 5.87    | 5.35    | 5.41    | 5.54    | 5.65    | 5.73    | 5.74    | 5.73    | 5.66    | 5.88    | 5.60    | 5.44    | 5.41    | 5.48    | 5.48    | 5.40    |
| Edad promedio            |                    |                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Cálculo                  |                    |                | 16.264  | 16.627  | 17.198  | 17.653  | 18.115  | 18.579  | 19.583  | 19.966  | 20.429  | 20.893  | 21.355  | 21.817  | 22.280  | 22.743  | 23.206  | 23.669  | 24.132  |
|                          |                    |                | 49.391  | 32.058  | 33.991  | 33.999  | 34.906  | 35.719  | 36.621  | 37.543  | 38.455  | 39.369  | 40.291  | 41.193  | 42.186  | 43.019  | 44.944  | 45.756  | 46.756  |
|                          |                    |                | 112.636 | 59.379  | 47.144  | 49.495  | 49.835  | 54.168  | 52.589  | 53.851  | 55.192  | 56.524  | 57.875  | 59.317  | 60.558  | 61.999  | 63.241  | 64.599  | 65.924  |
|                          |                    |                | 91.488  | 145.967 | 76.950  | 61.895  | 63.999  | 64.571  | 66.318  | 69.949  | 69.797  | 71.525  | 73.253  | 75.882  | 76.740  | 79.479  | 80.217  | 91.955  | 93.694  |
|                          |                    |                | 39.635  | 189.854 | 175.279 | 92.403  | 73.353  | 75.451  | 77.539  | 79.626  | 91.713  | 93.981  | 95.999  | 97.976  | 90.863  | 92.151  | 94.229  | 96.336  | 94.413  |
|                          |                    |                | 49.049  | 43.815  | 124.579 | 198.791 | 104.792 | 93.300  | 95.567  | 87.934  | 90.392  | 93.659  | 95.037  | 97.484  | 99.771  | 182.139 | 104.506 | 106.874 | 189.241 |
|                          |                    |                | 90.766  | 46.395  | 47.222  | 134.267 | 214.239 | 112.943 | 99.670  | 92.221  | 94.773  | 97.334  | 99.875  | 103.427 | 184.979 | 107.538 | 118.892 | 112.633 | 115.195 |
|                          |                    |                | 95.626  | 83.591  | 47.457  | 49.313  | 137.359 | 219.199 | 115.551 | 91.741  | 94.351  | 96.352  | 99.513  | 183.183 | 104.793 | 187.404 | 110.814 | 112.624 | 115.335 |
|                          |                    |                | 94.156  | 93.338  | 79.719  | 45.794  | 46.510  | 133.526 | 211.461 | 111.477 | 69.507  | 91.035  | 93.544  | 96.862  | 99.591  | 181.999 | 182.617 | 186.126 | 189.654 |
|                          |                    |                | 51.334  | 24.661  | 89.828  | 71.690  | 41.176  | 41.910  | 119.162 | 198.129 | 108.236 | 79.592  | 91.947  | 94.111  | 96.376  | 99.640  | 98.984  | 93.169  | 95.433  |
|                          |                    |                | 35.421  | 42.314  | 69.784  | 69.891  | 59.894  | 33.940  | 34.545  | 98.233  | 156.377 | 93.633  | 65.599  | 67.464  | 69.331  | 71.199  | 73.064  | 74.931  | 76.797  |
|                          |                    |                | 85.162  | 36.303  | 21.282  | 51.634  | 51.111  | 43.788  | 25.109  | 25.555  | 72.662  | 116.940 | 61.121  | 41.527  | 49.989  | 51.299  | 52.669  | 54.050  | 55.431  |
|                          |                    |                | 34.934  | 32.161  | 16.961  | 28.662  | 33.416  | 33.994  | 39.290  | 16.252  | 16.542  | 47.035  | 75.049  | 39.564  | 31.412  | 33.386  | 33.199  | 24.893  | 24.997  |
|                          |                    |                | 14.493  | 13.729  | 12.532  | 9.339   | 11.455  | 18.399  | 18.216  | 15.579  | 9.949   | 9.189   | 35.999  | 41.333  | 31.794  | 17.295  | 17.799  | 19.290  | 19.772  |
|                          |                    |                | 9.562   | 6.594   | 6.243   | 5.699   | 4.246   | 5.873   | 9.266   | 9.293   | 7.093   | 4.869   | 4.141   | 11.775  | 18.799  | 9.905   | 7.964   | 9.099   | 9.311   |
|                          |                    |                | 1.710   | 1.299   | 3.481   | 3.275   | 2.079   | 1.549   | 1.958   | 3.051   | 3.031   | 2.599   | 1.494   | 1.510   | 4.294   | 6.952   | 3.612   | 3.869   | 2.949   |
|                          |                    |                | 470     | 499     | 370     | 694     | 549     | 593     | 441     | 527     | 869     | 860     | 735     | 433     | 430     | 1.223   | 1.951   | 1.039   | 917     |
|                          |                    |                | 99      | 182     | 186     | 90      | 149     | 141     | 139     | 96      | 114     | 189     | 197     | 169     | 93      | 265     | 434     | 233     | 69      |
|                          |                    |                | 15      | 16      | 17      | 17      | 13      | 34      | 33      | 31      | 16      | 19      | 31      | 26      | 15      | 15      | 43      | 69      | 69      |
|                          |                    |                | 2       | 2       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 4       | 4       | 3       | 2       | 3       | 5       |

## ANEXO N° 2

## MEDIDAS DE UN CILINDRO DE G.N.C. TIPICO

| DIAMETRO<br>MM | LONGITUD<br>MM | CAPACIDAD DE AGUA<br>LITRDS | LITROS DE PETROLEO<br>EQUIVALENTES | PESO DE LA UNIDAD<br>KGS |
|----------------|----------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 332            | 800            | 58                          | 16,8                               | 51                       |
| 332            | 960            | 71                          | 21,6                               | 61                       |
| 395            | 800            | 80                          | 26                                 | 72                       |
| 395            | 920            | 92                          | 27,6                               | 79                       |

Fuente: Y.P.F.B.

## ANEXO N° 3

DISTANCIAS DE SEPARACION DE EDIFICIOS Y LIMITES PARA UNIDAD DE  
ALMACENAMIENTO DE GAS

| CAPACIDAD TOTAL<br>ALMACENAJE DE GAS<br>(m <sup>3</sup> N) | DISTANCIA<br>MINIMA<br>(mt) | DISTANCIA MINIMA A LA PARED<br>DE CONCRETO DE 4 HR DE RF<br>(mt) |
|--|-----------------------------|--|
| hasta 1.100 m <sup>3</sup><br>(4.500 lt)                   | 2.5                         | 1.0  |
| 1.100 a 2.450 m <sup>3</sup><br>(4.500 a 10.000 lt)        | 4.0                         | 1.0  |
| 2.450 a 24.500 m <sup>3</sup><br>(10.000 a 100.000 lt)     | 10.0                        | 1.6  |

fuente: Y.P.F.B.

N: metros cúbicos normales (TPN de gas  
: litros de agua de capacidad de los cilindros GNC  
: resistencia al fuego

ANEXO N° 4

DEPRECIACION Y RECUPERACION DE ACTIVO FIJO  
ESTACION DE SERVICIO  
(\$us)

| C O N C E P T O       | INVERSION        | AÑOS 1-10     | VALOR RESIDUAL |
|-----------------------|------------------|---------------|----------------|
| Obras Civiles         | 72.000           | 2.400         | 48.000         |
| Equipos e Instalación | 605.323          | 30.266        | 302.663        |
| Kit de Conversión     | 979.210          | 65.280        | 326.410        |
| <b>T O T A L</b>      | <b>1.656.533</b> | <b>97.946</b> | <b>667.073</b> |

Fuente: Elaboración Propia

DEPRECIACION Y RECUPERACION DE LOS ACTIVOS  
CENTRO DE CONVERSION  
(\$us)

| C O N C E P T O  | INVERSION      | AÑOS 1-10    | VALOR RESIDUAL |
|------------------|----------------|--------------|----------------|
| Obras Civiles    | 66.000         | 2.200        | 44.000         |
| Equipos          | 68.148         | 3.407        | 34.048         |
| <b>T O T A L</b> | <b>134.148</b> | <b>5.607</b> | <b>78.078</b>  |

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO N° 4a

## DEPRECIACION Y RECUPERACION DEL ACTIVO FIJO

## PLAN NACIONAL (Centros)

| CONCEPTO    | 1     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | VALOR RESIDUAL |
|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Centro 1    | 5.607 | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 76.078         |
| Centro 2    |       | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 83.685         |
| Centro 3    |       |        | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 89.292         |
| Centro 4    |       |        |        | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 94.949         |
| Centro 5    |       |        |        |        | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 100.506        |
| Centro 6    |       |        |        |        |        | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 5.607  | 106.113        |
| Centros 7-8 |       |        |        |        |        |        |        |        |        | 11.214 | 122.934        |
| T O T A L   | 5.607 | 11.214 | 16.821 | 22.248 | 28.035 | 33.642 | 33.642 | 33.642 | 33.642 | 44.856 | 675.557        |

Fuente: Elaboración Propia.

DEPRECIACION Y VALOR RESIDUAL DE ACTIVO FIJO  
PLAN NACIONAL (Estaciones)

| CONCEPTO         | 1              | 2              | 3              | 4              | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | VALOR RESIDUAL    |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Estaciones 1-2   | 195.892        | 195.892        | 195.892        | 195.892        | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 1.334.145         |
| Estaciones 3-4   |                | 195.892        | 195.892        | 195.892        | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 1.550.039         |
| Estaciones 5-6   |                |                | -----          | -----          | -----            | -----            | -----            | -----            | -----            | -----            | -----             |
| Estaciones 8-9   |                |                |                | 195.892        | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 1.941.822         |
| Estaciones 10-11 |                |                |                |                | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 2.137.714         |
| Estaciones 12-13 |                |                |                |                |                  | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 2.333.606         |
| Estaciones 14    |                |                |                |                |                  |                  | 97.946           | 97.946           | 97.946           | 97.946           | 1.264.479         |
| Estaciones 15-16 |                |                |                |                |                  |                  |                  | 195.892          | 195.892          | 195.892          | 2.725.398         |
| Estaciones 17-18 |                |                |                |                |                  |                  |                  |                  | 195.892          | 195.892          | 2.001.000         |
| Estaciones 19-20 |                |                |                |                |                  |                  |                  |                  |                  | 195.892          | 3.117.174         |
| <b>T O T A L</b> | <b>195.892</b> | <b>391.794</b> | <b>690.672</b> | <b>886.564</b> | <b>1.082.456</b> | <b>1.278.348</b> | <b>1.376.254</b> | <b>1.572.186</b> | <b>1.768.078</b> | <b>1.963.970</b> | <b>21.944.546</b> |

ANEXO 5

PLAN DE IMPLEMENTACION NACIONAL

| AÑO               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9  | 10 | TOTALES   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-----------|
| <b>ESTACIONES</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |           |
| Santa Cruz        | 2 |   | 1 | 1 |   | 1 |   | 1 |    | 1  | 7         |
| Cochabamba        |   | 2 |   | 1 | 1 |   | 1 |   | 1* |    | 6         |
| La Paz            |   |   | 2 |   | 1 | 1 |   | 1 | 1  | 1  | 7         |
| <b>T O T A L</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | <b>20</b> |
| <b>CENTROS</b>    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |           |
| Santa Cruz        | 1 |   |   | 1 |   |   |   |   |    | 1  | 3         |
| Cochabamba        |   | 1 |   |   | 1 |   |   |   |    |    | 2         |
| La Paz            |   |   | 1 |   |   | 1 |   |   |    | 1  | 3         |
| <b>T O T A L</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | <b>8</b>  |

Fuente: Evaluación Económica - YPF8.

\* Estación para Oruro.

ANEXO 5a

CRONOGRAMA DE CRECIMIENTO PARA EL PAIS  
(VEHICULOS CONVERTIDOS AL GNC)

| AROS | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | TOTAL  |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1    | 800   |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 800    |
| 2    | 1.500 | 800   |       |       |       |       |       |       |       |       | 2.300  |
| 3    | 2.000 | 1.500 | 1.200 |       |       |       |       |       |       |       | 4.700  |
| 4    | 2.000 | 2.000 | 2.250 | 800   |       |       |       |       |       |       | 7.050  |
| 5    | 2.000 | 2.000 | 3.000 | 1.500 | 800   |       |       |       |       |       | 9.300  |
| 6    | 2.000 | 2.000 | 3.000 | 2.000 | 1.500 | 800   |       |       |       |       | 11.300 |
| 7    | 2.000 | 2.000 | 3.000 | 2.000 | 2.000 | 1.500 | .400  |       |       |       | 12.900 |
| 8    | 2.000 | 2.000 | 3.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 750   | 800   |       |       | 14.550 |
| 9    | 2.000 | 2.000 | 3.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 1.000 | 1.500 | 800   |       | 16.300 |
| 10   | 2.000 | 2.000 | 3.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 1.000 | 2.000 | 1.500 | 800   | 18.300 |
| 11   | 2.000 | 2.000 | 3.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 1.000 | 2.000 | 2.000 | 1.500 | 19.500 |

Fuente: Elaboración Propia.

CRONOGRAMA DE CRECIMIENTO PARA LA PAZ

| AROS | 1 | 2 | 3     | 4 | 5     | 6     | 7 | 8     | 9     | 10  | TOTAL |
|------|---|---|-------|---|-------|-------|---|-------|-------|-----|-------|
| 1    |   |   |       |   |       |       |   |       |       |     | 0     |
| 2    |   |   |       |   |       |       |   |       |       |     | 0     |
| 3    |   |   | 800   |   |       |       |   |       |       |     | 800   |
| 4    |   |   | 1.500 |   |       |       |   |       |       |     | 1.500 |
| 5    |   |   | 2.000 |   | 400   |       |   |       |       |     | 2.400 |
| 6    |   |   | 2.000 |   | 750   | 400   |   |       |       |     | 3.150 |
| 7    |   |   | 2.000 |   | 1.000 | 750   |   |       |       |     | 3.750 |
| 8    |   |   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 400   |       |     | 4.400 |
| 9    |   |   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 750   | 400   |     | 5.150 |
| 10   |   |   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 1.000 | 750   | 400 | 6.150 |
| 11   |   |   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 1.000 | 1.000 | 750 | 6.750 |

Fuente: Elaboración Propia.

CRONOGRAMA DE CRECIMIENTO PARA SANTA CRUZ

| AÑOS | 1     | 2 | 3     | 4     | 5 | 6     | 7 | 8     | 9 | 10  | TOTAL |
|------|-------|---|-------|-------|---|-------|---|-------|---|-----|-------|
| 1    | 800   |   |       |       |   |       |   |       |   |     | 800   |
| 2    | 1.500 |   |       |       |   |       |   |       |   |     | 1.500 |
| 3    | 2.000 |   | 400   |       |   |       |   |       |   |     | 2.400 |
| 4    | 2.000 |   | 750   | 400   |   |       |   |       |   |     | 3.150 |
| 5    | 2.000 |   | 1.000 | 750   |   |       |   |       |   |     | 3.750 |
| 6    | 2.000 |   | 1.000 |       |   | 400   |   |       |   |     | 4.400 |
| 7    | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 750   |   |       |   |     | 4.750 |
| 8    | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 1.000 |   | 400   |   |     | 5.400 |
| 9    | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 1.000 |   | 750   |   |     | 5.750 |
| 10   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 1.000 |   | 1.000 |   | 400 | 6.400 |
| 11   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 1.000 |   | 1.000 |   | 750 | 6.750 |

CRONOGRAMA DE CRECIMIENTO PARA COCHABAMBA

| ANOS | 1 | 2     | 3 | 4     | 5     | 6 | 7     | 8 | 9     | 10 | TOTAL |
|------|---|-------|---|-------|-------|---|-------|---|-------|----|-------|
| 1    |   |       |   |       |       |   |       |   |       |    | 0     |
| 2    |   | 800   |   |       |       |   |       |   |       |    | 800   |
| 3    |   | 1.500 |   |       |       |   |       |   |       |    | 1.500 |
| 4    |   | 2.000 |   | 400   |       |   |       |   |       |    | 2.400 |
| 5    |   | 2.000 |   | 750   | 400   |   |       |   |       |    | 3.150 |
| 6    |   | 2.000 |   | 1.000 | 750   |   |       |   |       |    | 3.750 |
| 7    |   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 400   |   |       |    | 4.400 |
| 8    |   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 750   |   |       |    | 4.750 |
| 9    |   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 1.000 |   | 400*  |    | 5.400 |
| 10   |   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 1.000 |   | 750   |    | 5.750 |
| 11   |   | 2.000 |   | 1.000 | 1.000 |   | 1.000 |   | 1.000 |    | 6.000 |

\* En Oruro.

## ANEXO 5b

## CALENDARIO DE INVERSIONES DE CAPITAL

(Millones de \$us)

| PAGO AL CONTADO  | 0           | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | TOTALES      |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Centros          | 0,10        | 0,16        | 0,16        | 0,16        | 0,16        | 0,16        | 0,07        |             |             | 0,19        | 0,13        | 1,30         |
| Estaciones       | 0,20        | 1,19        | 1,29        | 1,68        | 1,19        | 1,19        | 1,08        | 0,70        | 1,19        | 1,10        | 0,96        | 11,86        |
| Kits             |             | 1,59        | 1,59        | 2,39        | 1,59        | 1,59        | 1,59        | 0,80        | 1,59        | 1,59        | 1,59        | 15,91        |
| <b>T O T A L</b> | <b>0,30</b> | <b>2,94</b> | <b>3,04</b> | <b>4,23</b> | <b>2,94</b> | <b>2,94</b> | <b>2,74</b> | <b>1,49</b> | <b>2,78</b> | <b>2,97</b> | <b>2,71</b> | <b>29,08</b> |

| PAGO AL CREDITO  | 0           | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | TOTALES      |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Centros          | 0,10        | 0,10        | 1,18        | 1,18        | 1,18        | 0,08        | 0,08        | 0,08        |             | 0,19        |             | 0,16        | 1,42         |
| Estaciones       | 0,20        | 0,20        | 1,52        | 1,41        | 2,02        | 1,41        | 1,31        | 1,41        | 0,61        | 1,41        | 1,21        | 1,21        | 14,18        |
| Kits             |             |             | 1,98        | 1,96        | 2,94        | 1,98        | 1,96        | 1,96        | 0,98        | 1,96        | 1,96        | 1,96        | 19,58        |
| <b>T O T A L</b> | <b>0,30</b> | <b>0,30</b> | <b>3,65</b> | <b>3,55</b> | <b>5,14</b> | <b>3,55</b> | <b>3,95</b> | <b>3,45</b> | <b>1,79</b> | <b>3,57</b> | <b>3,17</b> | <b>3,33</b> | <b>35,15</b> |

Fuente: Elaboración Propia.

## ANEXO 6

## VALORES DE PARAMETROS NACIONALES PARA BOLIVIA

---

|   |                      |      |
|---|----------------------|------|
| 1) Prima de Divisas                             | $\emptyset = 0.05^*$ |      |
| 2) Prima de la mano de obra no calificada       | $= 0$                |      |
| 3) Prima de la mano de obra calificada          | $X = +1,0$           |      |
| 4) Tasa marginal de rendimiento de la inversión | $q = 0.13$           |      |
| 5) Tasa marginal de ahorro                      | $S = 0.23$           |      |
| 6) Tasa de actualización social                 | $i = 0.13$           | 0.23 |
| 7) Precio cuenta de la inversión                | $p^{inv**} = 1$      | 0,92 |
| 8) Proporción marginal al ahorro                |                      |      |
| a) Sector público                               | $S^G = 1,0$          |      |
| b) Sector privado                               | $S^P = 0,6$          |      |
| c) Mano de obra no calificada                   | $S^L = 0,0$          |      |

---

Fuente: Parámetros Nacionales para Bolivia, Mayo 1980, Ministerio de Planeamiento y Coordinación. Victor Traverso.

\* Información proporcionada por el Ing. Alberto Requena, Fondo Social de Emergencia.

$$** p^{inv} = \frac{(1-S) q}{i-Sq}$$

## ANEXO 7

INFORMACION PARA ESTIMAR LAS ECUACIONES DE EXPORTACION DE GAS Y  
GASOLINA  
Datos para Gas Natural

| obs  | LIX      | LPw      | LPx      | LW       |
|------|----------|----------|----------|----------|
| 1980 | 4.605170 | 4.605170 | 4.605170 | 4.605170 |
| 1981 | 4.564995 | 4.689511 | 4.575741 | 4.532599 |
| 1982 | 4.462344 | 4.742320 | 4.525044 | 4.499810 |
| 1983 | 4.368202 | 4.774069 | 4.548600 | 4.595120 |
| 1984 | 4.323934 | 4.870606 | 4.532599 | 4.663439 |
| 1985 | 4.172976 | 4.912655 | 4.484132 | 4.691348 |
| 1986 | 4.119976 | 4.935912 | 4.508659 | 4.709530 |
| 1987 | 4.006710 | 4.964243 | 4.522151 | 4.736198 |
| 1988 | 4.059214 | 4.969813 | 4.522875 | 4.770685 |

Fuente: Div. de Estudios Económicos B.C.B.

Donde: obs = Número de observaciones  
LIX = Logaritmo de la cantidad de gas exportado anualmente  
LPw = Logaritmo de los precios mundiales  
LPx = Logaritmo de los precios domésticos  
Lw = Logaritmo del PIB argentino.

## Datos para Gasolina

| obs  | LIX      | LPw      | LPx      | LW       |
|------|----------|----------|----------|----------|
| 1978 | 4.605170 | 4.605170 | 4.605170 | 4.605170 |
| 1979 | 2.133333 | 2.132626 | 2.672118 | 7.889909 |
| 1980 | 2.156250 | 2.161888 | 2.682219 | 7.914362 |
| 1981 | 2.171923 | 2.19199  | 2.692218 | 7.912789 |
| 1982 | 2.192212 | 2.19199  | 2.691288 | 4.906105 |
| 1983 | 2.162114 | 2.17818  | 2.55132  | 7.941189 |

Fuente: Div. de Estudios Económicos B.C.B.

Donde: obs = Número de observaciones  
LIX = Logaritmo de la cantidad de gas exportado anualmente  
LPw = Logaritmo de los precios mundiales  
LPx = Logaritmo de los precios internos  
Lw = Logaritmo del PIB de Estados Unidos.

## ANEXO 7a

## REGRESION PARA GAS NATURAL

NLS// Dependent Variable is = LIX  
 Date: 1-18-1990 / Time: 17:30  
 SMPL range: 1980-1988  
 Number of observations: 9  
 Convergence achieved after 6 iterations

|                      | COEFFICIENT | STD. ERROR            | T-STAT    | 2-TAIL SIG |
|----------------------|-------------|-----------------------|-----------|------------|
|                      | 0.5214550   | 0.2889905             | 1.8044016 | 0.131      |
|                      | 0.8449327   | 6.6161167             | 0.4333256 | 0.683      |
|                      | -1.2843472  | 1.0236827             | 1.7488302 | 0.141      |
|                      | 0.5323339   | 1.4788273             | 0.2795011 | 0.791      |
| R-squared            | 0.972866    | Mean of dependent var | 4.298166  |            |
| Adjusted R-square    | 0.956586    | S.D. of dependent var | 0.220070  |            |
| S.E. of regression   | 0.045854    | Sum of squared resid  | 0.010513  |            |
| (Durbin-Watson stat) | 3.000034    | F-statistic           | 59.75706  |            |

Paquete: TSP 6.0

## REGRESION PARA GASOLINA

NLS// Dependent Variable is = LIX  
 Date: 1-17-1990 / Time: 20:20  
 SMPL range: 1978-1983  
 Number of observations: 6  

$$\log X^d = \beta_1 + \beta_2 \log \left( \frac{P_x}{P_w} \right) + \beta_3 \log W + V$$
  
 Convergence achieved after 3 iterations

|                      | COEFFICIENT | STD. ERROR            | T-STAT    | 2-TAIL SIG |
|----------------------|-------------|-----------------------|-----------|------------|
|                      | 0.4823421   | 0.3203232             | 1.8020302 | 0.128      |
|                      | 0.6113234   | 5.2489732             | 0.2433212 | 0.321      |
|                      | 0.8896734   | 1.0246272             | 1.3252732 | 0.243      |
|                      | 0.823456    | 1.4225632             | 0.2934321 | 0.220      |
| R-squared            | 0.8663457   | Mean of dependent var | 4.298166  |            |
| Adjusted R-square    | 0.797691    | S.D. of dependent var | 0.220060  |            |
| S.E. of regression   | 0.076321    | Sum of squared resid  | 0.001053  |            |
| (Durbin-Watson stat) | 3.10002     | F-statistic           | 89.00000  |            |

Paquete: TSP 6.0

## ANEXO 8

## ANALISIS ECONOMICO DE Y.P.F.B.

| AÑOS | VOLUMEN<br>GAS NATURAL<br>(MPCA)<br>(1) | INGRESO<br>ANUAL<br>(\$US)<br>(2) | VOLUMEN<br>GASOLINA<br>Bbl/año<br>(3) | INGRESO<br>ANUAL<br>(\$US)<br>(4) | INGRESO<br>TOTAL<br>(\$US)<br>(5) |
|------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1    | 101.695                                 | 132.203                           | 20.624                                | 378.662                           | 510.865                           |
| 2    | 292.373                                 | 380.085                           | 59.295                                | 1.088.653                         | 1.468.738                         |
| 3    | 597.458                                 | 776.695                           | 121.168                               | 2.224.639                         | 3.001.334                         |
| 4    | 896.186                                 | 1.165.042                         | 181.752                               | 3.336.959                         | 4.502.001                         |
| 5    | 1.182.203                               | 1.536.864                         | 239.757                               | 4.401.946                         | 5.938.810                         |
| 6    | 1.436.441                               | 1.867.373                         | 291.318                               | 5.348.601                         | 7.215.974                         |
| 7    | 1.639.831                               | 2.131.780                         | 332.567                               | 6.105.925                         | 8.237.705                         |
| 8    | 1.849.576                               | 2.404.449                         | 375.104                               | 6.886.915                         | 9.291.365                         |
| 9    | 2.072.034                               | 2.693.644                         | 420.220                               | 7.715.239                         | 10.408.883                        |
| 10   | 2.236.271                               | 3.024.153                         | 471.781                               | 8.661.894                         | 11.686.046                        |

## Parámetros

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Precio del gas natural | 1.3 \$us/MPC            |
| Precio de la gasolina  | 18.36 \$us/Bbl          |
| 1 lt de gasolina =     | 31.01 PC de gas natural |

## Cálculos

- (1) = col. (3) del Cuadro N° 5.2 \* 0.80/0.75  
(2) = (1) \* Precio del gas natural  
(3) = (1) \* 1 m<sup>3</sup>/31.01 MPC \* 6.289 Bbl/m<sup>3</sup>  
(4) = (3) \* Precio de la gasolina  
(5) = (2) + (4)

## ANEXO N° 9

## CONSUMO EQUIVALENTE DE GNC

| TIPO DE VEHICULO<br>(Consumo Promedio) | Consumo                   |                    | Costos                  |                        | Ahorro Anual |
|--|---------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|--------------|
|  | Petróleo<br>Lt/año<br>(1) | GNC<br>MPCA<br>(2) | Petróleo<br>\$us<br>(3) | GNC<br>\$us/año<br>(4) | \$us<br>(5)  |
| Pesados                                | 3.000                     | 95.51              | 946.67                  | 522.16                 | 427.51       |
| Medianos                               | 1.600                     | 52.10              | 518.00                  | 204.81                 | 233.19       |
| Livianos                               | 1.330                     | 41.24              | 410.00                  | 225.40                 | 184.61       |

## PARAMETROS

|                       |       |            |
|-----------------------|-------|------------|
| Lt Gasolina           | 31.01 | PCN de gas |
| Precio del GNC        | 5.47  | \$us/MPC   |
| Precio de la Gasolina | 0.74  | Bs/Lt      |
| Cambio de dólar       | 2.4   | Bs/\$us    |

## CALCULOS

- (1) = Consumo promedio  
 (2) = (1) PCN de GNC equivalentes  
 (3) = (1) Precio del petróleo/cambio del dólar  
 (4) = (2) Precio del GNC  
 (5) = (4) - (3)