

12611  
RAUL GONZALEZ GOMEZ

A large, stylized handwritten mark, possibly a signature or a large letter 'L', located in the upper right quadrant of the page.

PRODUCCION Y MERCADO  
DEL GAS NATURAL EN MEXICO

MEXICO

1963



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la memoria de mis  
PADRES con veneración

Con gran cariño a mis hermanos,  
cuñados y familiares.

Con amor a mis hijos

Al General de División  
MIGUEL BADILLO BIZARRA  
con mi más profundo  
agradecimiento y afecto

A mi compañero y amigo  
CRISPIN NAVARRETE HERNANDEZ  
con mi reconocimiento por  
su valiosa ayuda.

A mis maestros  
compañeros y amigos

## INTRODUCCION

Desde hace siglos se conoce el gas natural, pero es hasta los principios de 1800 cuando se le descubrió por primera vez en Estados Unidos de Norteamérica convirtiéndose muy pronto su explotación en una de las principales industrias de aquel país. A partir de entonces es la región del mundo que produce y consume las mayores cantidades. Se trata de una industria extractiva de recursos no renovables.

El gas natural es, con frecuencia, un producto dependiente, un subproducto en la exploración y explotación de petróleo. Solamente cuando se han establecido --mediante cuantiosas inversiones-- los gasoductos y otras facilidades con el fin de manejar exclusivamente gas natural, es cuando se puede hablar de una industria del gas natural (que, además, debe operar bajo condiciones de proporcionar un servicio adecuado y continuo) y sólo hasta este momento es cuando se emprenden exploraciones más o menos intensas para localizar fuentes nuevas y suplementarias de gas. Este elemento se encuentra íntimamente ligado a la industria del petróleo; se halla acumulado en el subsuelo, en grandes depósitos porosos, acompañando o no al aceite mineral; ambos recursos naturales tienen su origen en un mismo proceso geológico y se localizan en los mismos o similares yacimientos del subsuelo y ambos también son descubiertos por trabajos de exploración que les conciernen por igual. En el momento en que se producen estos dos elementos se tornan competitivos en su aplicación principal: combustible, fuente de calor y energía. Un estudio sobre el gas natural forzosamente habrá de referirse al petróleo y viceversa.

El gas asociado al petróleo fué el primero que se aprovechó comercialmente, por su carácter más franco de un subproducto en la explotación petrolera. En cambio el gas no asociado

---

1) Hubo una época en California, en que cerca del 95% del gas que salía al mercado provenía de la explotación del petróleo y por tal razón la oferta y el desperdicio de este gas eran contingentes a la producción del aceite.

al aceite se aprovecha una vez que se ha creado un mercado lo suficientemente amplio para absorber económicamente a las dos clases de gas. Esta circunstancia dió lugar a hablar en términos de dos actividades diferentes con problemas económicos y técnicos hasta cierto punto privativos a una y otra. En un alto grado de desarrollo de la industria del gas natural las dos formas de explotación se complementan.

Una característica común a todas las etapas incipientes de la industria del gas en todas las regiones productoras es el excesivo desperdicio físico y económico que resulta inevitable porque generalmente lo que se desea producir es siempre la mayor cantidad posible de petróleo que es considerado más valioso. En los comienzos de la industria petrolera en los Estados Unidos se devastaron muchos campos de gas en el proceso para conseguir aceite mineral crudo, cuando todavía no se tenía pleno conocimiento de que el gas natural era ya de por sí un producto valioso.

Dado que los productores de petróleo, desean normalmente recuperar todos los valores posibles de su actividad procuran siempre vender la mayor parte de los subproductos (en este caso el gas natural) y es así como se llegó a reducir o a suspender la venta de gas de los pozos que lo contienen en forma exclusiva a fin de conservarlo para cuando las reservas de petróleo disminuyan o se agoten. Tal actitud de estos productores está de acuerdo, hasta cierto punto, con el interés público en la conservación y en la mejor utilización de un recurso natural no renovable.

En todos los centros petroleros existen grandes cantidades de gas natural —la mayoría de las veces con carácter de subproducto— presionando por encontrar los mercados más remunerativos. Tales mercados se hallan generalmente a grandes distancias de los yacimientos a los cuales se tiene acceso mediante la instalación de gasoductos muy costosos. Además, el gas es útil en los grandes centros de consumo a condición que el suministro se realice a precios que no excedan los costos relativos de combustibles equiparables (incluyendo también el ahorro de trabajo, la conveniencia de uso y otras ventajas).

La industria del gas natural es una actividad bastante compleja en todos sus aspectos de producción, distribución y consumo. Se compone de cuatro fases fundamentales: extracción, transformación, transportación y suministro. Las cuatro fases dan lugar a cuatro actividades económicas independientes entre sí, aunque pueden, desde el punto de vista del interés público, desarrollarse todas ellas armónicamente respondiendo a un sistema centralizado de operación y administración, especialmente por lo que respecta a las tres fases primeras. La fase extractiva y la de transformación caben francamente dentro del proceso productivo de una mercancía pero las otras dos clasifican muy bien en el término "prestación de servicio público", porque estas actividades necesariamente se sujetan a la regulación pública —especialmente el suministro del gas a los consumidores finales— en materia de tarifas y en la regularidad con la que se debe atender el servicio contratado.

Los productos más importantes que se obtienen del gas natural son: el combustible propiamente dicho, gasolina natural, gas licuado, negro de humo, helio, hidrógeno y monóxido de carbono. La gasolina natural y los gases licuados butano y propano se separan en forma líquida del gas natural "húmedo" por destilación fraccionada o a presión y se envían éstos últimos (propano y butano) al mercado en cilindros de acero o en vagones tanques para el suministro de gas en casas rurales y aldeas, o sea a aquellos lugares alejados de los sistemas de distribución de gas combustible *seco* que es el que se distribuye por medio de intrincadas redes de tubería en aquellas zonas urbanas densamente pobladas.

La producción y distribución de los gases licuados propano y butano dan lugar a una serie de actividades con características especiales de las que no vamos a referirnos en extenso en el presente trabajo; sin embargo, por tratarse de actividades cuyo desarrollo señalan en nuestro país el principio del aprovechamiento del gas natural en todas sus formas, procuraremos tocar alguno de sus aspectos fundamentales.

El gas natural "húmedo" y los gases licuados propano y butano constituyen materias primas potenciales de la mayor importancia actual para la obtención de otros muchos productos químicos, tales como ácido acético, etileno, acetona, formaldehído, metanol y alcoholes superiores; son estos los productos químicos derivados que se agrupan en nitroparafinas, cloroparafinas y acetona.

El gas natural al que habremos de referirnos en concreto es el gas **seco** típico o procesado que se encuentra en condiciones de ser distribuido a los consumidores al través de una vasta red de tuberías que conducen el gas hasta las puntas de demanda en los grandes mercados actuales o potenciales.

El principal uso que hasta la fecha se hace del gas natural en todas las regiones del mundo que cuentan con este apreciable recurso de la naturaleza, es el de combustible.<sup>2</sup> En estas condiciones compite en términos generales con el carbón de piedra, con la madera, con los gases manufacturados y en cierta medida con la energía hidráulica.

En su forma más pura, es decir, con un bajo contenido de azufre y de elementos incombustibles (bióxido de carbono, nitrógeno y helio), constituye un combustible natural de más fácil aplicación y más fácilmente controlable que el hombre haya conocido, siempre que sea conveniente transportado y abastezca el mercado continuamente y en forma regular y a una presión y calidades uniformes. Nos estamos refiriendo precisamente al gas natural objeto de nuestro estudio tal como quedó señalado anteriormente, o sea el gas natural seco.

Los países que tienen la fortuna de contar con grandes depósitos de gas natural disponen en realidad de una fuente potencial de calor y energía mucho más importante que su producción actual de energía eléctrica. Por esta razón hace unos

---

2) Se puede hablar, por otro lado, simplemente de la industria del gas combustible entre los que cabría mencionar al mismo gas natural, al gas de hulla, al gas de agua e incluso al gas de generador, a todos los cuales los liga una característica común: no ser ya únicamente fuentes de calor y energía sino que constituyen materias primas muy importantes para la síntesis química. Sin embargo, en términos de grandes magnitudes el gas natural es con mucho el más importante de todos.

veinte años muchas gentes en Estados Unidos se negaban a aceptar totalmente la afirmación corriente de que se hallaban viviendo la era de la electricidad.

Tal vez no haya industria como la de la producción y distribución de gas natural en que se originen circunstancias e intereses tan heterogéneos, principalmente dentro de un sistema económico en que predomina la política económica de libre empresa, o de *lesser faire*. En tales condiciones, determinados intereses son objeto de leyes especiales, en tanto que otras disposiciones legales se derivan de diversas circunstancias, tales como las necesidades de efectuar inversiones cuantiosas, el logro de una administración adecuada y responsable, la presencia de condiciones geológicas, geográficas y climáticas así como las características específicas del producto mismo. En la solución de un problema relacionado con esta actividad es casi imposible asignarle una importancia de prelación a cada uno de estos factores o circunstancias. En cierto sentido, la falta de algunos de estos factores o su mal funcionamiento desvirtúan o eliminan la utilidad de esta mercancía para el público.

El problema fundamental de esta industria estriba no tanto en aumentar su producción como en ampliar su mercado pues de lo contrario no podrá efectuarse una explotación racional y en gran escala de este producto.

Los principios teóricos del capítulo I fueron tomados fundamentalmente de dos libros especializados en esta clase de conocimiento y que han sido fruto de una investigación científica muy cuidada y ardua. Se trata, por una parte, del libro "Recursos e Industrias del Mundo" de Erich W. Zimmermann, y, por otra, del libro más directamente interesado en estos fenómenos que se intitula "Conservación de los Recursos, Economía y Política" de S. V. Ciriacy-Wantrup.

No se trata en este capítulo I, lo declaramos sin ambages, de un nuevo enfoque teórico (especulativo) sobre alguno de los fenómenos relacionados con el problema de la conservación de los recursos naturales, sino que nuestro esfuerzo se limita sólo a tratar de asimilar e interpretar los resultados de aquellas investigaciones, mediante una relación y ordenamiento de los concep-

tos y problemas que consideramos más importantes, con la esperanza de que sean útiles como punto de partida en el planteamiento de un caso específico. Tal vez sirva este ordenamiento de ideas, sobre la conservación de los recursos, como instrumento de divulgación científica, simplemente. Es posible que este capítulo teórico resulte largo y farragoso, pero ello se debe a nuestra falta de pericia en la tarea de extraer, sin cambiarles su significado e intención, los conceptos que guarden cierta afinidad y secuencia con un tema determinado de los muchos que comprenden las obras mencionadas.

Parte del capítulo de "generalidades sobre el gas natural" se desarrolló análogamente al capítulo teórico, entresacando aquellos aspectos generales ya investigados sobre la industria petrolera y del gas, principalmente en los Estados Unidos de América, país que ha destacado en la solución de problemas técnicos y económicos relacionados con estas industrias cuya producción y mercado representan los mayores volúmenes del mundo.

Pretendemos que la parte de "producción y mercado del gas natural en México" contribuya con algo nuevo, aunque sea en el plano de un análisis microeconómico de esta industria, que en nuestro país se halla en una etapa de incipiente desarrollo. Esta situación prevalece tanto si consideramos el gas como una mercancía (materia prima), o como un servicio (suministro de gas natural **seco** por medio del sistema de tuberías). Repetimos, que el gas natural licuado (materia prima o servicio) no es objeto de este trabajo y sólo se le tratará incidentalmente.

Los errores de interpretación de algunos conceptos o características de esta industria son el resultado inevitable de nuestra ignorancia sobre los aspectos técnicos de una actividad industrial tan compleja.

## **CAPITULO I**

# **CARACTERISTICAS ECONOMICAS DE LOS RECURSOS NATURALES**

## 1.—EL HOMBRE Y LOS RECURSOS NATURALES.

El hombre tiene capacidad para transformar el medio en que vive, consciente y consecuentemente; es capaz de hacer la crítica constructiva de sus propias obras y de mejorarlas consciente e intencionadamente.

El hombre es el único ser viviente que ha podido rebasar los límites de la naturaleza y modelarla, aunque sea parcialmente, a fin de producir satisfactores con el menor esfuerzo y con los máximos beneficios. Así ha creado el hombre la cultura; elaborando técnicas e instrumentos y elevando las artes al nivel de las ciencias. La cultura ha permitido al hombre habitar todos los continentes, vivir en los trópicos y en las regiones heladas del planeta; pero, aún así, la adaptación del hombre al clima es sólo parcial. De lo que se concluye, entonces, que "...el hombre crea la cultura con la ayuda, "colaboración y consentimiento" de la naturaleza, independientemente de las materias que existen ella, y con la ayuda y energía proporcionadas por la misma naturaleza." Con esto no se quiere significar un determinismo elemental absoluto, sino que el deseo de economizar esfuerzo lleva frecuentemente al hombre a adaptarse consciente y voluntariamente a la naturaleza. "La naturaleza, por decirlo así, orienta al hombre para que elija lo que, de acuerdo con las condiciones naturales, se produce más fácilmente".<sup>2</sup>

Para comprender lo que se entiende por recursos es indispensable relacionar al HOMBRE con la naturaleza, considerando a éste como existente en dos niveles distintos: el animal y el supraanimal o humano (social). El hombre en nivel animal forma parte de la naturaleza; el HOMBRE en el nivel humano, representa "la contrapartida de la naturaleza". La naturaleza es lo no-HOMBRE; es el cosmos en la medida en que no está modificado por el HOMBRE. Se denomina cultura a la totalidad de los cambios hechos por el HOMBRE, es decir, por el hombre en el estadio supraanimal o social.<sup>3</sup>

---

1) Erich W. Zimmermann, Recursos e Industrias del Mundo, Fondo de Cultura Económica. México 1957, p. 115.

2) Erich W. Zimmermann, Op. Cit. p. 115.

3) Erich W. Zimmermann, Op. Cit. p. 119.

El mayor de los recursos del hombre es el conocimiento porque éste es, ha sido y será, el creador de los demás recursos. El progreso acumulativo de la ciencia y de sus aplicaciones prácticas —la tecnología— nos induce a pensar que cada nueva generación descubrirá nuevos recursos así como los métodos más eficaces de emplear los que ya se conocen. Los recursos varían con cada cambio que se opera en la civilización humana.

Los recursos son dinámicos no solamente por lo que se refiere al creciente conocimiento, al mejoramiento de las artes o al desarrollo de la ciencia, sino también como resultado de las cambiantes necesidades individuales y objetivos sociales. Si los objetivos cambian también deben cambiar los medios; es decir, los recursos deben reflejar todos los cambios de finalidad del valorador.

La diferencia entre el hombre neolítico y el hombre actual es el conocimiento ("el conocimiento del petróleo y del gas natural, del azufre y del helio, de la química y de la física, de las innumerables maravillas de la ciencia moderna") y el desarrollo cultural que el mismo conocimiento ha logrado.

La cultura puede considerarse como una forma de adaptación del hombre a la naturaleza, y, al mismo tiempo, la cultura permite al hombre imitar a la naturaleza (el rayón es una imitación de la seda); mejorarla (la novocaína es un perfeccionamiento deliberado de la cocaína); crear sustancias nuevas que no se encuentran en la naturaleza (el nylón y otros productos químicos); otorga al hombre poderes para liberar energías que carecen de valor en su estado natural (la desintegración acelerada de elementos radiactivos).

En sí misma, la palabra "recurso" no se refiere a una cosa ni a una sustancia sino a la función que en este "recurso" pueda desempeñar o a la acción en que pueda tomar parte. En este sentido, los recursos son, en último análisis, una expresión o reflejo de la valoración humana, es decir, que algo puede servirnos para un fin determinado, como el de satisfacer una necesidad.

En otras palabras, los recursos son el resultado de la interacción entre:

- 1) El hombre
  - a) que busca los medios para obtener un determinado fin (tales como la satisfacción de deseos individuales y la obtención de finalidades colectivas o sociales),
  - b) que tiene la capacidad de aprovechar las oportunidades y de vencer las dificultades,
- 2) Y algo ajeno al hombre, denominado naturaleza.

En la valoración de los recursos existen dos tipos interdependientes de criterios: 1) **la naturaleza de los deseos**, es decir, las necesidades humanas, los deseos individuales, los objetivos sociales, las aspiraciones más elevadas; y 2) **el estado de las artes**, o sea, la suma de las capacidades humanas, ya sea que tengan éstas su origen en los adelantos tecnológicos o en los tipos de organización social. En consecuencia, los recursos a disposición de la especie humana se hallan en constante movimiento, "son los reflejos cambiantes de las cambiantes capacidades y necesidades" de los hombres.

La valoración moderna de los recursos es diferente de la antigua. Todos los valores se han renovado; ha cambiado el concepto de lo necesario; las necesidades humanas y los objetivos sociales (fuerzas impulsoras de la producción) se han convertido en el curso de la historia en un verdadero laberinto, como resultado del conflicto entre los individuos y los grupos sociales, entre compradores y vendedores y entre productores y consumidores.

Las necesidades individuales tienden a cristalizarse en niveles colectivos de vida, como resultado de los hábitos establecidos y de la sanción social. Los diversos pueblos de la tierra difieren mucho entre sí con respecto a sus niveles de vida y a su apreciación del medio en que viven.

En términos generales, las necesidades humanas se dividen en dos grupos: **necesidades básicas**, naturales, vitales, animales o existenciales, y **necesidades culturales**; las primeras deben satisfacerse para conservar la vida del individuo o del grupo y constituyen el punto de partida del progreso económico y, en consecuencia de la valoración de los recursos. Este tipo de necesidades fueron las que "encontraron temprana expresión, en el lenguaje elocuente de las costumbres tribales: el culto y las ceremonias de los pueblos primitivos".

A medida que el hombre prosigue su ascensión hacia niveles culturales superiores, la cultura desempeña un papel cada vez más importante en la creación de los recursos.

El grado de satisfacción de una necesidad es una función de los recursos y de las resistencias y no de los recursos solos. El hombre primitivo dominaba solamente los recursos naturales y estaba expuesto a numerosas resistencias naturales, de las cua-

---

4) Erich W. Zimmermann, Op. Cit. p. 31.

les no tenía conciencia y tampoco le afectaban favorable o desfavorablemente; se conformaba simplemente con subsistir, haciéndole frente a las resistencias —que son formidables cuando se carece de la cultura.

La dotación natural de los recursos está distribuida muy desigualmente sobre este planeta: sólo en unos cuantos lugares existen suelos muy fértiles y la llamada tierra cultivable representa una baja proporción de la superficie total, aún excluyendo las regiones polares; con mayor desigualdad están distribuidos los minerales más útiles. El clima varía enormemente, y las características topográficas aumentan la diversidad de este cuadro, lo mismo tratándose de recursos que de resistencias. Todo esto influye sobre el hombre, lo cual se refleja claramente en la distribución desigual de la población sobre la tierra y también en las amplias diferencias de su desarrollo económico y de sus niveles de vida.

Al estudioso de las ciencias sociales no le interesa la totalidad del universo físico sino el significado que la naturaleza tiene para el hombre; le interesa la parte de ella —siempre dinámica— que el hombre conoce y que afecta su existencia. Esta parte se extiende y se contrae como resultado de aumento de los conocimientos y del mejoramiento de las técnicas.

Por otro lado, las contribuciones de la naturaleza están sujetas a contracción. Los minerales, principalmente los combustibles, van consumiéndose y desapareciendo por su uso; otros se vuelven inútiles con el tiempo, porque caen en desuso, otros son destruidos por el hombre en forma irreparable, a causa principalmente de su ignorancia, especialmente de las leyes de la ecología.

El hombre, como agente geomorfológico más efectivo, lleva a destruir o deteriorar recursos importantes (y potencialmente renovables) que le sirven de medios de subsistencia. Por ejemplo, la destrucción de la tierra por prácticas agrícolas no adaptadas al clima, a la pendiente y al suelo; provoca trastornos del **habitat** con la extinción de especies animales y vegetales y con prácticas antieconómicas de caza y pesca; destruye ciertas asociaciones valiosas de plantas por el pastoreo excesivo o a destiempo; despoja de sus atractivos a lugares pintorescos y a otros valores estéticos con la construcción inadecuada de carreteras o con el establecimiento de fundos mineros; puede interrumpir el aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas por

la denudación de las vertientes, por el bombeo excesivo y por otros daños a importantes áreas de infiltración.

Los recursos irrenovables, de los cuales depende el hombre moderno (especialmente los combustibles y los metales), se agotan a un ritmo que aumenta rápidamente en cifras absolutas y a veces en forma relativa. Quizá algunos de estos recursos pronto estarán agotados, por lo menos en ciertos países, o se obtendrán en el futuro a costos mucho mayores, o con riesgos estratégicos muy graves.

La historia nos muestra ejemplos en los que el suelo, la fauna y la flora, especialmente en los climas áridos o semiáridos, fueron destruidos por el hombre, poniendo en peligro su propia existencia. En la misma forma, el agotamiento de recursos irrenovables, tales como depósitos de cobre, hierro, oro y plata, han conducido, frecuentemente, a cambios radicales en el desarrollo económico y político de países y de ciertas regiones dentro de un país.

La relación "hombre-tierra" (es decir, la relación más conveniente entre el hombre y los recursos disponibles) establece los fundamentos de una política sobre los recursos y ayuda a entender el proceso de mecanización e industrialización con sus efectos inmediatos como son el incremento de la productividad y la obtención de mayores beneficios. La relación "hombre-tierra" no debe confundirse con "densidad de población" ya que este último concepto es una relación puramente mecánica, cualitativa, que tiene escaso valor para el sociólogo, excepto como punto de partida. La relación "hombre-tierra" abarca toda una gama de cualidades humanas que imprimen características específicas tanto a la producción como a los factores ambientales (así naturales como culturales) y que afectan la disponibilidad de los recursos.

## 2.—CLASIFICACION DE LOS RECURSOS Y PROBLEMAS DE TERMINOLOGIA.

Durante siglos los recursos fueron considerados como un elemento extraño al pensamiento económico y sólo se les tomaba en cuenta como instrumentos de trabajo del empresario —tierras, mano de obra y capital—, o cuando se reconocían sus efectos sobre los costos y los precios, la oferta y la demanda. Su estudio quedó relegado por mucho tiempo a los especialistas en ciencias naturales, particularmente a los geógrafos físicos.

El concepto de los recursos es relativamente reciente y susceptible aún de desarrollarlo científicamente tanto por aquellos que se ocupan de ciencias naturales como por los que se dedican a las ciencias sociales, a fin de que se llegue a un acuerdo unánime sobre el significado exacto del término.

Sobre el término "recursos" existen varios conceptos populares erróneos, como la tendencia fácil de identificarlos con sustancias o cosas tangibles. Si bien es cierto que los elementos físicos como el hierro, el petróleo, el cobre, etc., son fáciles de valorar a simple vista su gran importancia, también es cierto que otros elementos intangibles e invisibles como la salud, la armonía social, la política acertada, el saber, la libertad, la justicia, etc., son de una importancia todavía mayor aunque generalmente se ignoran sus efectos altamente benéficos a la humanidad.

Hay también la tendencia popular de preocuparse casi exclusivamente de los recursos naturales en detrimento de los recursos humanos y culturales lo que impide evaluar la verdadera índole de aquellos así como comprender su alcance y trascendencia. En realidad, lo que sucede es que se piensa que existe una interacción dinámica de todos estos factores. El no darse cuenta fácilmente de esto condujo a otra actitud popular muy común, la de considerar aisladamente los recursos en términos de un solo elemento (por ejemplo, el petróleo) y no en términos de todo el complejo de sustancias, fuerzas, condiciones, relaciones, instituciones políticas, etc., que sería la única manera de explicarse la función del petróleo como recurso en tiempo y lugar dados.

Otro error común en relación con los recursos consiste en no poder reconocer fácilmente las resistencias que acompañan a toda utilización de los mismos. Las dos palabras: resistencias y recursos, son tan inseparables, como los términos oferta y demanda, utilidades y pérdidas, activo y pasivo los cuales se hallan ligados unos a otros mediante vínculos lógicos.

Al tratar de los recursos, en lo primero que se piensa es en la naturaleza, a la que es fácil encontrarle sus aspectos primarios y secundarios. Entre los primeros se hallan los dones gratuitos de la misma y entre los segundos se encuentran aquellos dones que se convierten en aprovechables por el hombre como resultado de mejoras o arbitrios introducidos por él, tanto en los aspectos naturales como del hombre mismo. En este último caso se trata de recursos naturales-culturales: la naturaleza suminis-

tra la materia o la energía, y la cultura hace posible que el hombre las aproveche. En igual forma se puede distinguir entre las resistencias naturales primarias u originales, (huracanes, terremotos, inundaciones, etc.) y las resistencias secundarias o derivadas que son producto de la intervención humana sobre la naturaleza.

Los recursos y las resistencias naturales pueden también clasificarse en función del papel que desempeñan en los procesos de producción y consumo. En este caso hay que distinguir entre los recursos que funcionan directamente como factores de producción (suelo, carbón, hierro, madera, etc.) y aquellos que obran indirectamente como el clima, la topografía y otros factores de localización o condicionantes que afectan a la velocidad y al rendimiento general del proceso de producción de manera análoga a un catalizador que influye una reacción química. A su vez, estos factores condicionantes y los impedimentos indirectos, así como los factores de producción y los obstáculos directos o derivados.

Al tratar de clasificar los recursos naturales y culturales, se descubre inmediatamente la estrecha y compleja relación que existe entre ellos; esto constituye un problema al tratar de elaborar una clasificación uniforme que sirva como punto de partida para el análisis global de todos sus aspectos sociales y económicos, en relación con el mejor aprovechamiento que pudiera hacerse de ellos.

Es difícil separar los recursos naturales de los culturales, principalmente en la etapa avanzada de la historia humana que estamos viviendo. Una porción considerable de lo que comúnmente se conoce como recurso natural revela aspectos culturales al analizársele más rigurosamente, más que nada porque los recursos en general no son en último término sino simples expresiones de la valoración humana de la naturaleza. La valoración humana depende tanto de sus propias finalidades, de sus dotes mentales y físicas y de su capacidad general de utilización del medio, como de las características de éste.

El medio debe considerarse formado de por lo menos, dos elementos distintos: el natural y el cultural. Superponiendo la estructura del medio social a la de la naturaleza ha permitido al hombre, ampliar constantemente el área habitable del globo, a tal grado de que, en la actualidad, la presencia del medio social no es extraña ni siquiera en las regiones ártica y antártica. En

consecuencia, se ha aumentado enormemente la complejidad del medio en que se mueve el hombre moderno que se ha tornado en extremo difícil clasificarlo.

Para un estudio geopolítico, la primera impresión que se tiene del medio natural es el de que dicho medio está distribuido muy desigualmente sobre la tierra y que, además, su distribución comprende grandes variaciones en la cantidad y en la "frecuencia" con que aparecen los recursos. Con relación a la "frecuencia" de su aparición los elementos de la naturaleza pueden clasificarse en: 1) **ubicuos** (que aparecen en todas partes, por ejemplo, el oxígeno en el aire); 2) **comunes** (que se encuentran en muchos lugares, como el suelo laborable); 3) **raros** (que aparecen en pocos lugares, como el estaño); y 4) **singulares** (que aparecen en un sólo lugar, por ejemplo, la criollita comercial).

La frecuencia de aparición de los recursos tiene un gran significado por diversas razones. Por ejemplo, en la industria siderúrgica el proceso de producción comprende una combinación de elementos, como el carbón y el hierro. Cada uno de éstos puede aparecer tan frecuentemente que, en sí mismo, puede ser considerado como un elemento común, pero la combinación utilizable de ambos puede ser muy rara.

Desde el punto de vista de un sociólogo, (en este caso se trata de un estudio muy cuidadoso del sociólogo L. L. Bernard<sup>5)</sup>) se puede hacer una clasificación con el siguiente ordenamiento: en primer lugar, a la naturaleza se la divide en orgánica e inorgánica, y es este dualismo básico que la caracteriza; en segundo lugar, y como a manera de un edificio de tres pisos cimentado sobre la naturaleza, se puede distinguir un medio cultural subdividido en tres sectores principales: 1) medio social de primer orden que incluye fenómenos **físico-sociales** y **bio-sociales**; 2) medio social de segundo orden, que incluye varios fenómenos **psico-sociales** desde el lenguaje de acción hasta el lenguaje escrito; y, finalmente, los medios derivados, de **control e instituciones**, constituidos por todas las formas y grados variables de organización, aunque predominando en ellas diferentes medios psico-sociales

Para el estudio de temas socio-económicos en relación con el aprovechamiento de los recursos será conveniente analizar las

---

5) L. L. Bernard, "Mind-Its Emergence as a Mechanism of Adjustment", cap. 26, de F. A. Cleveland y colaboradores Modern Scientific Knowledge, Ronald Press Company, Nueva York, 1929.

diversas actitudes del individuo y del grupo con respecto a sus intereses inmediatos en la explotación de los diferentes recursos.

En estas circunstancias, suele utilizarse la siguiente clasificación:

- 1) recursos que se explotan o utilizan únicamente para provecho personal;
- 2) recursos que se usan sólo para fines sociales;
- 3) recursos en cuya utilización, tanto el individuo como la sociedad, están grandemente interesados, y de los cuales puede haber provisión abundante o escasa.

Para el análisis económico de los recursos es más conveniente clasificarlos en "irrenovables" o "fijos" por un lado, y en "renovables" o "fluentes", por el otro, cada uno de los cuales, a su vez, puede dividirse en subclases:

#### I. Recursos irrenovables o fijos.

1. El deterioro natural no afecta apreciablemente las existencias de los mismos. Ejemplos: minerales **IN SITU**, carbón, piedras, arcillas.
2. El deterioro natural afecta apreciablemente las existencias de los mismos. Ejemplos: metales refinados oxidables; petróleo y gas en casos de filtraciones y escapes; sustancias nutritivas de las plantas que pueden sufrir lixiviación; sustancias radiactivas (radio, uranio, plutonio, etc.) en proceso de desintegración nuclear.

#### II. Recursos renovables o fluentes.

1. Fluencia a la que no afecta sensiblemente la intervención del hombre.  
Ejemplos: radiación solar y otras radiaciones cósmicas; mareas; vientos.
2. Fluencia a la que puede afectar sensiblemente la interacción del hombre.

---

6) S. V. Ciriacy-Wantrup, "Conservación de los Recursos. Economía y Política", Fondo de Cultura Económica, Méx. 1957, pp. 46-47.

a) Reversibilidad de una disminución de la fluencia no caracterizada por una zona crítica.

Ejemplos: precipitación; localizaciones especiales que forman las bases del valor de ubicación; servicios de una "especie" de bienes duraderos de producción y consumo.

b) Reversibilidad de una disminución de la fluencia caracterizada por una zona crítica.

Ejemplos: animales y plantas; recursos panorámicos.

Los recursos se agrupan frecuentemente en primarios y secundarios; sin embargo, esta clasificación depende del punto de vista y del objetivo del investigador, no es un carácter permanente de los recursos. Lo mismo en lo físico que en lo económico, la mayoría de los recursos se hallan interrelacionados, siendo esta característica lo más importante en el análisis económico.

Los recursos fijos y el primer gran subgrupo de recursos fuentes adquieren categoría de recursos primarios para la mayor parte de los fines analíticos; el segundo gran subgrupo de recursos fuentes comprende en su mayoría recursos secundarios.

Los "recursos fijos" son aquellos cuya cantidad física total no aumenta sensiblemente —desde el punto de vista económico— con el tiempo. Algunos recursos de esta clase pueden aumentar con el tiempo, pero a un ritmo demasiado lento para que sea económicamente importante. Como la existencia total de estos recursos es cuantitativamente limitada, cada tasa de uso disminuye alguna tasa futura. Sin embargo, respecto de algunos recursos fijos, como se ha visto, el uso puede mantenerse indefinidamente, de acuerdo con la relación cuantitativa entre las tasas de uso y la existencia total y de las condiciones ingresos-costos resultante.

Entre los recursos fijos hay algunos que no disminuyen de modo apreciable con el transcurso del tiempo sin mediar un uso y otros que sí disminuyen. La mayor parte de los minerales *in situ* (carbón, arcillas, piedras) pertenecen a la primera clase. El petróleo y el gas natural, cuando se producen cambios debidos a filtraciones y escapes, pertenecen a la segunda clase. También pertenecen a este segundo grupo, las sustancias nutritivas de las plantas sujetas a lixiviación, los metales refinados oxidables y las sustancias radiactivas en proceso de desintegración nuclear. Algunos recursos fijos pueden pasar de la primera a la segunda clase mediante el uso.

El hombre puede influir tecnológicamente sobre la disminución natural de los recursos fijos lo cual implica el problema de que sea económicamente aconsejable hacerlo. Económicamente puede reducirse la lixiviación de las sustancias que nutren las plantas por medio de prácticas agrícolas; la regulación de la salinidad de las regiones áridas con drenaje deficiente, puede no ser económica; es posible proteger económicamente a los metales contra la oxidación, pero no se ha alcanzado todavía la etapa económica para intervenir en la desintegración de elementos, aunque esto se puede lograr científicamente.

Como la mayor parte de los recursos fijos se utilizan como materia prima para la producción de bienes duraderos y de energía, tiene una gran importancia el cambio tecnológico para estos productos finales y para los procesos productivos que les dan origen. Generalmente, los recursos fijos son recursos primarios y (excepto las sustancias nutritivas de las plantas) sus interrelaciones con otros recursos no son biológicas. El descubrimiento y la transformación de esta clase de recursos será dominado cada vez por los adelantos de las ciencias naturales y se tornarán más aplicables económicamente conforme vaya avanzando la tecnología industrial.

Se dice que un recurso es "fluyente" cuando diferentes unidades del mismo quedan disponible; para usarse a intervalos distintos. Estas cantidades de que sucesivamente se dispone constituyen la "fluencia" o "corriente". La corriente, sin mediar un uso, puede aumentar o disminuir continua o ininterrumpidamente, ya sea a una tasa constante o variable. La corriente presente (que no debe confundirse con el uso) no disminuye la corriente futura, y se puede mantener indefinidamente el uso siempre que la fluencia continúe.

Los recursos fluentes a los que no afecta sensiblemente la intervención del hombre, no pueden agotarse. El agotamiento de otros recursos fluentes, si no existe una zona crítica no crea graves problemas económicos y sociales.

Los recursos fluentes con una zona crítica son los únicos que presentan graves problemas, económicos y sociales, en el caso de agotamiento, ya que esta clase de recursos se utilizan principalmente para la alimentación, el vestido, el recreo y el goce estético. Excepto por lo que se refiere al vestido, el cambio tecnológico ha influido relativamente poco para alterar estas nece-

sidades o los medios de satisfacerlas. Los recursos fluentes son recursos secundarios, y se relacionan entre sí (con las sustancias nutritivas de las plantas) a través de procesos biológicos muy complejos.

La fluencia de la producción animal y de la fauna y la flora silvestres se considera como recurso secundario respecto de la producción agrícola y de la vegetación natural; por otra parte, es frecuente que la producción agrícola y la vegetación natural lleguen a considerarse como recursos secundarios respecto de una gran cantidad de recursos físicos y fuentes, que generalmente se agrupan bajo la denominación de suelo. Además, en la formación y los cambios del suelo influye la producción agrícola y la vegetación natural. La vegetación puede considerarse secundaria respecto de la radiación solar en tanto que la radiación solar es secundaria respecto de los cambios nucleares del sol.

La intervención del hombre puede influir en la disminución de la fluencia de algunos recursos **sin** que se tropiece con una zona crítica. Un buen ejemplo es la precipitación. Se tiene la certeza de que la técnica moderna podrá modificar en un grado considerable la corriente de las precipitaciones; sin embargo, no hay señales de que tales modificaciones sean irreversibles. La radiación cósmica, marea, vientos, que caen dentro de la primera clase de recursos renovable; (II-1), su fluencia —con los adelantos científicos— podría llegar a modificarse con la intervención del hombre, aunque también dicha modificación sería escasamente irreversible. Si esta posibilidad se realizara, sólo tendríamos dos clases de recursos fluentes, pero una de ellas tendría una zona crítica y la otra no, es decir que del cuadro de clasificación se eliminaría el caso II-1.

Los servicios que fluyen de la utilización de bienes duraderos de producción y consumo pueden también agruparse en la clase de recursos fluentes sin zona crítica. Aunque esta clase de bienes pueden clasificarse entre los recursos fijos, si ponemos la atención en ellos como portadores de uso (de servicio), es mucho más realista considerarlos como recursos fluentes. Por razones tecnológicas, sólo puede disponerse de los servicios productivos durante un cierto número de intervalos y su fluencia puede aumentarse, mantenerse constante o disminuirse. Si consideramos los bienes duraderos de cierto tipo en su conjunto —como una especie— no existe una zona crítica, porque éstos pueden reproducirse. Si no se atiende al mantenimiento y reparación de un

bien duradero individual, puede existir una zona crítica. En esta clase pueden agruparse los valores de ubicación de lugares especiales, los cuales pueden dañarse mediante el uso, pero frecuentemente pueden restaurarse económicamente, si se cambia el uso (los recursos forestales, por ejemplo, pueden zonificarse contra la agricultura, la ganadería y el uso residencial durante un período determinado de utilización).

Un ejemplo de recurso fuente con zona crítica se tiene cuando se presenta la disminución en la fluencia de la vida animal y vegetal, cuando se vuelve (dicha disminución) tecnológicamente irreversible por lo que hace a ciertas especies una vez que la tasa de fluencia llega a ser igual a cero, o sea, si se destruyen los individuos de cría o de reproducción. Aunque la tasa de fluencia no haya llegado a cero, la reversibilidad económica puede desaparecer si se afectan las relaciones ecológicas muy complejas, por ejemplo, asociaciones y sucesiones de plantas en algunos praderas y bosques. La reversibilidad económica de la productividad del suelo puede desaparecer, al menos para ciertos usos —por ejemplo, para el cultivo— si tal disminución de la productividad se debe a que el agua de escurrimiento haya abierto zanjas profundas que dificultan las labores agrícolas, o si todo el suelo ha sido destruido por la erosión, hasta dejar al descubierto la roca. Algunos recursos panorámicos —por ejemplo, los de algunas zonas de vegetación silvestre— pueden dañarse irreversiblemente. Es evidente, por otra parte, que la irreversibilidad económica depende de la tecnología, las necesidades y las instituciones sociales, todas sujetas constantemente a cambios.

En la utilización de recursos fijos desempeña un papel predominante el estado de la tecnología; en la utilización de los recursos fluentes, las instituciones económicas y sociales son especialmente importantes.

La exhaustibilidad o la permanencia de los recursos puede también considerarse en función de la frecuencia con que aparecen. La escasez de un recurso que se renueva por sí mismo, da origen a problemas menos serios que la escasez de un recurso irrenovable.

No todos los recursos irrenovables o fijos son exhaustibles; hay algunos que son cíclicos, como por ejemplo el hierro, el plomo y otros metales, en la medida en que sea posible volverlos a utilizar.

En relación con el problema de la exhaustibilidad de los recursos tienen importancia los factores que determinan los cambios de ingresos y costos. Entre estos factores destacan, obviamente, los cambios de necesidades y los cambios tecnológicos que están estrechamente ligados con la economía de la conservación.

Para facilitar el análisis económico de los recursos en la realización de planes concretos de su aprovechamiento, conviene distinguirlos con el calificativo de **ex ante** y **ex post**. Para los agentes planeadores es muy importante el uso **esperado** de los recursos, es decir, lo que se espera hacer con ellos de acuerdo con la tecnología y las insituciones sociales que sirven de marco a sus operaciones; en este caso se están considerando los recursos **ex ante** cuyo punto de vista tiene importancia para el análisis económico de la conservación. Pero en ocasiones se hace necesario considerar el uso de los recursos no en la forma esperada por los agentes planeadores, sino en la forma en que puede observarse en la realidad histórica y estadística bajo la influencia de la tecnología y las instituciones cambiantes; en este caso los recursos se están tratando de manera **ex post**.

### 3.—NECESIDAD DE PLANEACION DE LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS.

En el esquema del aprovechamiento de los recursos el hombre desempeña el doble papel de agente y beneficiario, de productor y consumidor; el orden social descansa, en gran parte, en la coordinación adecuada de estas dos funciones. En este conflicto, juega un papel muy importante el problema de la riqueza o prosperidad nacional, que depende en primer lugar del medio natural mismo, de la disponibilidad o utilidad de los elementos no transformados de la naturaleza; y depende, en segundo lugar, del desarrollo técnico y de las instituciones que el propio medio ha hecho surgir.

Un hecho fundamental domina a toda la actividad económica: la limitación de los recursos disponibles y la técnica, lo que, a su vez, limita también el nivel de vida. Así pues, para satisfacer todas sus necesidades y deseos, la colectividad habrá de escoger entre los recursos y técnicas dados.

Cuando la etapa de explotación económica pasó a las nuevas áreas vírgenes, el hombre empezó a darse cuenta de la desaparición o agotamiento de los recursos naturales, tanto de los de carácter renovable como de los no renovables. La celeridad y magnitud de esta experiencia en Estados Unidos, aunada al hecho ya visible del final de la expansión geográfica fácil, dió como resultado el movimiento hacia la conservación, que se inició por el año de 1870 con la proposición relativa a que los bosques que no pertenecieran a las reservas se consideraran como bosques nacionales para la protección de las cuencas fluviales y con los dos informes de la Sociedad Norteamericana para el Progreso de la Ciencia (1873-1890). Este movimiento de conservación alcanzó su primer clímax un poco antes de la Primera Guerra Mundial, con la espectacular campaña nacional e internacional iniciada por el presidente Theodore Roosevelt y por el gobernador Gifford Pinchot.

Con Theodore Roosevelt se inició la política de conservación, iniciándose un periodo de reposo después de un desenfadado saqueo de los recursos, advirtiéndose entonces que las riquezas naturales eran susceptibles de agotamiento y destrucción. Hasta hubo un tímido intento de hacer inventario, cuando ciertas reservas dieron señales de estar a punto de desaparecer. Sin embargo, estas ideas se vieron debilitadas por una nueva "lé en la bonanza", apoyada por adelantos tecnológicos y científicos y "la brujería mecánica y la magia química".

Fué a mediados del Siglo XX, y a partir de la Gran Depresión, cuando Franklin Delano Roosevelt, con su **New Deal** que se reanudó la política de conservación de los recursos en el punto en que se había quedado. La gravedad de esta catástrofe no permitía seguir contemporizando, y desde luego que la planeación por parte de las empresas privadas terminó en fracaso, le correspondía al gobierno intentarla por su parte.

Alfred Marshall, en 1890, en sus famosos **Principios** reconoció que la persecución incesante del provecho individual no aseguraba el logro de la felicidad común y proclamó la necesidad de una política encaminada a salvaguardar los intereses públicos, destruyendo así las bases que sustentaban las teorías de las "armonías" económicas. Otros notables teóricos compartieron la actitud de Marshall, entre ellos Pigou y recientemente Keynes dándole un contenido definitivo en su obra **The End Of Laissez-Faire**.

Anteriormente, existía la tendencia natural a pensar en términos de mercado, con una conciencia puramente utilitaria; el

interés se circunscribía al plazo corto. Se pasaban por alto las advertencias relativas al desperdicio y al patente desgaste de los bienes básicos.

Las dos guerras mundiales contribuyeron grandemente a la creación de una conciencia de los recursos en muchas partes del mundo y por parte de amplios estratos de su población, porque reclamaron ambas una movilización total de los mismos, y se descubrió que el potencial militar se asemeja al potencial económico, excepto por lo que respecta a su diversa finalidad.

Dos hechos notables contemporáneos han despertado un interés cada vez creciente y generalizado por la conservación. El primero de ellos nos enseña que el hombre es capaz de destruir recursos importantes y potencialmente **renovables** que le sirven de medio de vida y de goce; el segundo nos señala que los recursos **irrenovables**, de los cuales depende el hombre moderno, especialmente los combustibles y los metales, se agotan a un ritmo que aumenta rápidamente tanto en forma absoluta como relativa. Estos dos hechos corresponden a problemas de ecología humana, puesto que son el producto de la reacción mutua, en el tiempo, entre el estado de la cultura y el ambiente físico. Los cambios de la tecnología, del crecimiento de la población y de las instituciones sociales han creado la necesidad del análisis económico y del estudio de una acción pública reparadora, con respecto al uso de los recursos.

Las causas del agotamiento de los recursos que dieron lugar a la idea de conservación han sido de muy diversos órdenes: miopía de los usuarios individuales de los recursos, su ignorancia, su afán de lucro, su astucia para evadir el cumplimiento de la ley; el despilfarro motivado por la competencia, la codicia del monopolio, el incremento de los precios, las depresiones y otras "causas". Muchas de estas situaciones les parecen razonables tanto al público como a muchos expertos. Hay quienes niegan que el problema de la conservación le concierna especialmente a la sociedad, alegando que la explotación destructora fué resultado de las mismas fuerzas económicas prevalecientes en un tiempo y lugar dados, lo que ha producido una transformación atinada de los recursos: la transformación de bosques vírgenes en tierras agrícolas, casas, ferrocarriles, caminos, sistemas hidroeléctricos; de las tierras vírgenes baratas se obtuvieron alimentos y materias primas para la industria; de las ricas minas herramientas y equipo.

Se afirma por otro lado, que el progreso tecnológico resolverá por sí mismo todos los problemas de los recursos; que "siendo la energía constante", lo único que tiene que hacer el ingenio humano es resolver algunas dificultades técnicas del aprovechamiento económico de las diversas clases de energía y que, en consecuencia, su solución es sencillamente una cuestión de necesidad, que los únicos recursos que vale la pena conservar son la inteligencia humana y un clima natural favorable para el progreso tecnológico. La posibilidad, no muy remota, del aprovechamiento económico de la energía atómica ha dado mayor fuerza a este punto de vista.

#### 4.—QUE SE ENTIENDE POR CONSERVACION.

El término "conservación" fué deliberadamente adoptado en los Estados Unidos en 1907 para interesar a sus habitantes en el problema cada vez más agudo de sus recursos; este concepto constituyó muy pronto la bandera de un movimiento muy popular en aquel país. Como muchos otros términos de las ciencias sociales, —por ejemplo, en economía, los términos "trabajo", "capital", "utilidad", "ingreso", "inversión" y "ahorro"—el de "conservación" se utiliza con un significado específico, que difiere considerablemente del que les da el vulgo.

Con anterioridad, la palabra "conservación" se usaba en el sentido de mantener "sin menoscabo", en su *statu quo*, al nivel presente, las instituciones sociales, las prerrogativas, los ideales, etc. En relación con los recursos, en el último cuarto del siglo XIX y principios del actual, se usaron los términos "preservación", "protección" y "restauración".

Cuando algunas gentes emplean el término "conservación" piensan en el uso; hay otras que interpretan la conservación como el uso inteligente, o como "el mayor uso posible por parte del mayor número de personas en el mayor período de tiempo". Todas estas interpretaciones de la conservación tienen poco sentido y carecen de valor para el análisis económico.

El término "conservación" se ha aplicado no sólo a los recursos que pueden mantenerse sin disminución a pesar del uso, sino también a aquellos fungibles o no renovables, que necesariamente se agotan mediante el uso.

Del término conservación conviene separar sus aspectos económicos y tecnológicos de sus connotaciones éticas, metafísicas y otras a fin de hacerlo neutral en cuanto a juicios valorativos y convertirlo en un instrumento eficaz para el análisis económico.

Es obvio que no tiene sentido conservar recursos fijos si por tal se entiende mantener su existencia permanentemente inalterada y sin que sufra disminuciones o mermas. Si así fuera la conservación, las tasas de uso tendrían que ser iguales a cero, y el sector del ambiente natural de que se trate perdería su carácter de recurso. Además, este significado de conservación sería muy equívoco en relación con los recursos fluyentes. La conservación de un recurso fluyente tiene significado sólo si se toma en cuenta su uso. La conservación en sí no puede significar la abstención del uso.

El término "conservación" se aplica tanto a los cambios reales como a los hipotéticos en la distribución intertemporal del uso; asimismo, la expresión "estado de conservación" puede referirse por igual a las distribuciones en el tiempo de tasas de uso observadas o planeadas.

La conservación en el sentido estadístico o histórico, es conservación *ex post*, la cual es necesario distinguir analíticamente de la conservación proyectada *-ex ante*.

"Una definición teórica satisfactoria de la conservación y del agotamiento debe ser aplicable a todas las alteraciones concebibles en el tiempo entre los cambios positivos y negativos en las tasas de uso durante todo el período de planeación, permitir (por ejemplo, en problemas de política de conservación) la comparación de diferentes grados de conservación o agotamiento, o sea, la medición cuantitativa".<sup>7</sup>

## 5.—INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS TECNOLOGICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS.

El progreso tan rápido alcanzado en las artes materiales o tecnológicas, y el impacto directo que ejercen en el aprovechamiento de los recursos nos obliga a darles preferencia en relación con la influencia de los cambios demográficos e institucionales.

---

7) S. V. Ciriacy-Wantrup, Op. Cit. p. 56.

La civilización actual se caracteriza por el empleo cada vez mayor de la máquina en casi todas las actividades económicas. Antes de que apareciera la máquina, la influencia de la cultura sobre la naturaleza era muy superficial; el panorama cultural apenas lo constituía el panorama natural con muy ligeras modificaciones; es decir, el progreso técnico era muy limitado.

"La introducción de la máquina cambió todo esto con increíble rapidez. En el término de siglo y medio, el proceso de mecanización "desvitalizadora" ha producido un medio artificial nuevo, un medio que no parece fundirse en el paisaje natural, que no está bien acomodado en sus cimientos naturales ni orgánicamente relacionado con ellos, sino que evoluciona de acuerdo con leyes que no son las de la naturaleza orgánica. Fórmulas matemáticas, leyes físicas, la química y la mecánica rigen hoy, allí donde gobernaban en otros tiempos el patriarca o los maestros de un gremio. Este nuevo medio no forma parte del paisaje cultural: es un accesorio hecho de materiales extraños".<sup>8</sup>

La aplicación de la ciencia a la utilización de los recursos es una contribución de los tiempos modernos. El notable desarrollo de las artes comienza lentamente con el Renacimiento y se va acelerando durante los siglos XVIII y XIX y especialmente en el XX.

El proceso de invención es de naturaleza acumulativo. Al principio, las invenciones surgen como obras aisladas, pero con el transcurso del tiempo se transforman en sistemas de partes interrelacionadas y de fuerzas que obran una sobre otras. El efecto de la ciencia en la actividad económica es acumulativo: una invención provoca otra. Otro factor que facilita los inventos es la capacidad de acumular grandes excedentes productivos porque ello permite destinar grandes sumas a la investigación científica.

La capacidad inventiva no sólo está determinada por el lugar sino también por el tiempo. El progreso es lento al principio. La primera invención es mucho más difícil que las que en ella se apoyan: los inventos de las máquinas simples (la palanca, la cuña, el torno, la polea, el tornillo y plano inclinado) fueron sin lugar a duda hazañas estupendas de la mente humana. "Le

---

8) Erich W. Zimmermann, Op. Cit. p. 118.

fué mucho más fácil al hombre hacer nuevos progresos contando ya con algunos conocimientos básicos. Más aún, durante muchísimo tiempo, el hombre mejoró sus artes, de mala gana y sólo cediendo a una tremenda presión".<sup>9</sup>

Los cambios de la tecnología que se hicieron sentir durante el siglo XIX, aumentaron considerablemente la efectividad del hombre para modificar favorable o desfavorablemente, su ambiente físico. Estos cambios tecnológicos afectaron con mayor intensidad a los recursos renovables adversamente, en cierto sentido: la introducción del arado de acero y de discos destruyó rápidamente la cubierta protectora de hierba de las praderas y de las llanuras, pero tal destrucción habría resultado antieconómica sin el mejoramiento de los transportes terrestres y marítimos que permitió surtir de trigo a los mercados europeos; el motor de alimentación y el ferrocarril aceleraron la desaparición de los bosques vírgenes, impidieron la regeneración forestal e hicieron antieconómico el corte selectivo; el perfeccionamiento de la bomba centrífuga y la introducción de la bomba de turbina coadyuvaron al agotamiento rápido de las grandes reservas de agua subterránea, pero evitaron el aumento de los costos de bombeo a mayores alturas de succión; algunas especies de aves migratorias serían aún abundantes de no haberse mejorado las armas de fuego; no hubieran sido necesarios los convenios internacionales para la protección de las ballenas si los barcos de motor y los explosivos modernos no hubieran amenazado los refugios naturales de los recursos marinos; la aparición de los grandes barcos nodriza con instalaciones completas de beneficio y refrigeración han ejercido nueva presión sobre muchos de los recursos marinos.

Los cambios tecnológicos han desarrollado, por otra parte, influencias compensadoras, principalmente por los progresos alcanzados en los campos de la química de fertilizantes, en la patología animal y vegetal y en la genética; sin embargo, en opinión de muchos observadores, la tecnología moderna no ha hecho lo suficiente para compensar la tendencia hacia una mayor eficacia potencial en la destrucción de los recursos renovables: las pequeñas unidades locomotivas, basadas en el motor de explosión, han mejorado las prácticas de explotación de la silvicultura (por medio del tractor-oruga y del camión) pero también han hecho al arado y a los discos más efectivos (por medio del

---

9) Erich W. Zimmermann, Op. Cit. p. 43.

tractor) facilitando así la acción erosiva del viento y del agua sobre las tierras semi-áridas que se abren al cultivo; la tecnología moderna ha reducido la importancia relativa de la tierra para la producción agrícola, pero, al mismo tiempo, ha aumentado considerablemente la importancia relativa de la tierra para el desarrollo de los recursos hidráulicos y para la recreación; el mejoramiento de los transportes ha hecho surgir muchos lugares de recreo, pero también ha contribuido a la destrucción de los valores que son atributos de las áreas vírgenes.

En los recursos renovables, la tecnología moderna ha sido, en términos generales, más eficaz para compensar el agotamiento: las técnicas modernas de perforación, explotación y refinación aceleran el agotamiento de un depósito dado, pero hacen económica la utilización de yacimientos más profundos y menos ricos, incrementando la tasa media de recuperación; los procesos de beneficio (lavado y flotación) en el tratamiento de minerales han hecho posible volver a trabajar muchas minas y gangas viejas; en la actualidad los depósitos de cobre de menos de un 0.8% son susceptibles de explotarse económicamente; en las minas de antracita de los Estados Unidos se ha elevado la tasa de recuperación hasta cerca de un 60%; el proceso de flotación selectiva hizo utilizables los depósitos minerales que en un principio eran demasiado complejos para ser convertibles en minerales utilizables; el agua de mar fué explotada durante la Segunda Guerra Mundial como una "mina" de magnesio.

La tecnología moderna también ha hecho posible diversas economías en las manufacturas (galvanoplastia, en lugar del método de inmersión en caliente), en el uso (motores de explosión más eficientes, aleaciones de acero más fuertes y más resistentes a la oxidación), en la regeneración (utilización de los desperdicios metálicos e industriales) y en las posibilidades de sustitución.

La sustitución cobra particular interés si los recursos no renovables son reemplazados por otros renovables (aceite "mineral", por alcohol de carbohidratos vegetales; los metales, por los plásticos y el papel) y si los recursos no renovables más escasos se sustituyen por los más abundantes (el cobre y otros metales no ferrosos por vidrio, porcelana, aluminio, magnesio).

Las diferencias entre las clases de recursos en relación con los cambios tecnológicos y de las instituciones económicas y sociales tienen consecuencias muy importantes.

La incertidumbre respecto de los cambios tecnológicos es un impedimento que mayor impacto ejerce en los programas de planeación individual o gubernamental, y que actúa con mayor fuerza en el caso de los recursos fijos que en el de los recursos fluentes.

La confianza en que el progreso técnico hará innecesario que la humanidad se preocupe por el futuro remoto parece tener más justificación respecto de algunos recursos fijos más importantes; por ejemplo, los que se utilizan en la producción de energía. Pero en relación con los recursos fluentes de zona crítica, esta confianza, con mucha frecuencia, es una complacencia injustificada.

Los recientes adelantos técnicos importantes en la producción de sintéticos y en la transformación de energía (por ejemplo, la posibilidad de obtener energía nuclear además de la energía química, el adelanto en el campo de los combustibles sintéticos, los nuevos motores basados en la retropropulsión), hacen más necesaria la investigación en el campo de la economía de la conservación, contra lo que se pudiera creer.

#### 6.—INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS DEMOGRAFICOS EN EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS.

En el crecimiento de la población influyen de modo positivo los nacimientos y la inmigración, en tanto que las defunciones y las emigraciones actúan en sentido negativo. El coeficiente real de crecimiento de una población determinada depende del coeficiente de natalidad, del de mortalidad y del volumen relativo de la emigración y de la inmigración. Pero estos factores elementales son afectados, a su vez, por la composición de acuerdo con la edad y el sexo de la población y por otros muchos factores que conforman las bases históricas y el medio social que se conocen con el nombre de acontecimientos fortuitos (catástrofes naturales, guerras, depresiones, etc.).

El crecimiento de la población en relación con los medios de subsistencia ha sido uno de los temas más debatidos desde hace muchos años, digamos desde 1798, en que apareció el "Ensayo sobre el principio de la población", de Thomas Robert Malthus. Las ideas de Malthus están basadas en la ley del rendimiento decreciente, y siguen teniendo validez como punto de

partida en cualquier análisis de esta clase. El principio esencial que este investigador aportó al conocimiento universal es el de que a causa de la ley del rendimiento decreciente, el alimento no puede mantenerse en la progresión geométrica del aumento de población; pero, conviene señalar que Malthus no dijo que la población crecería en esa proporción, sino solamente que tal es su tendencia cuando no está reprimida.

La diferencia entre Malthus y los neomalthusianos descansa en que dicha tendencia podría suavizarse, según él, mediante la **represión moral** (evitando los matrimonios prematuros, hasta que pudieran mantenerse una familia), en tanto que un neomalthusiano aboga francamente por el control de la natalidad.

Está suficientemente bien establecido que el logro del equilibrio no malthusiano se hace más difícil a medida que es más bajo el nivel económico y cultural de una población dada, y viceversa. En los países técnicamente más avanzados, más urbanizados y económicamente más prósperos (Europa Occidental, los Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia), la disminución voluntaria del coeficiente de natalidad ha avanzado lo suficiente como para lograr un nuevo equilibrio no-malthusiano entre los coeficientes de mortalidad y natalidad. Sin embargo, hay cierto rezago en la adaptación del coeficiente de natalidad lo que ha dado lugar a un aumento absoluto de población apreciable.

La "gran revolución vital" o "transición demográfica" se inició a mediados del siglo XVII. Se conoce muy poco de lo que ocurrió antes pero se puede deducir que, en conjunto, el crecimiento debió ser lento porque el elevado coeficiente de mortalidad equilibraba la elevada tasa de natalidad. El índice de mortalidad era elevado porque la medicina y la salubridad eran de hecho ineficaces, porque las guerras y las luchas intestinas eran frecuentes y porque era muy poco apreciado el valor de la vida humana.

Alrededor de 1650, un cierto número de fuerzas comenzaron a obrar favorablemente al aumento de la natalidad; pero este aumento se alcanzó más bien por una reducción de la tasa de mortalidad más que por un incremento en la tasa misma de natalidad.

La Revolución Industrial o mecánica produjo efectos de carácter positivo al principio, pero el mismo proceso de modernización generó fuerzas negativas poderosas, que en su curso na-

tural pusieron a los pueblos de occidente al borde de la declinación de la población. El influjo de la Revolución Industrial en el desarrollo demográfico de todos los países, o de cualquier país en que haya ocurrido este fenómeno social, puede concretarse más o menos a las siguientes etapas: I) antes de la Revolución Industrial en la que había un equilibrio entre índices elevados de natalidad y mortalidad; II) período de la Revolución Industrial en la cual se pueden distinguir cuatro etapas: 1) etapa de potencial de crecimiento elevado, 2) etapa de crecimiento troncional, 3) etapa de declinación incipiente, y 4) etapa de declinación real; finalmente III) después de la Revolución Industrial, en que se inicia un período de equilibrio entre índices bajos de natalidad y mortalidad.

La época actual se caracteriza, en términos muy generales, por los bajos coeficientes de natalidad y por tasas aún menores de mortalidad, es decir, el mundo moderno muestra señales de un equilibrio nuevo. "La superioridad de la civilización industrial moderna sobre la antigua civilización vegetal estriba en gran parte en la diferente duración probable de la vida, en la composición por edades que esto supone, y en la relación entre miembros productivos e improductivos del grupo que resulta de estas composiciones".<sup>10</sup>

Para algunos investigadores —entre ellos el profesor Samuelson— "...el problema de las naciones modernas en el futuro será el de una escasez más que de un exceso de población". "...los Estados Unidos y Europa Occidental tienen temporalmente inusitada cantidad de mujeres y hombres en edad de tener hijos. Debido a la existencia de tantas mujeres en esa edad, el número de nacimientos aparece todavía tranquilizadamente alto, pero se ha reducido tanto el número de hijos correspondientes a cada madre que, en el futuro, cuando el número de adultos jóvenes, momentáneamente grande, se haya reducido, la población de Inglaterra, Francia, Suecia, y quizá los Estados Unidos, empezará a disminuir. Al menos, esto es lo inevitable, si no surge un cambio fundamental en la psicología familiar y en la conducta social".<sup>11</sup>

En la actualidad, parece haber un consenso general en el sentido de que el aumento absoluto y relativo de la población

---

10) Erich W. Zimmermann, Op. Cit. p. 113.

11) Paul A. Samuelson, "Curso de Economía Moderna", Aguilar, S. A. de Ediciones Madrid, 1950, p. 31.

hace necesario establecer planes concretos para aumentar la capacidad productiva de una región y para mejorar la distribución del ingreso con el objeto de elevar los niveles de vida de la colectividad.

Este nuevo enfoque del aumento demográfico lo encontramos en la obra de S. V. Ciriacy-Wantrup, "Conservación de los Recursos, Economía y Política", el cual respetamos casi textualmente a fin de apreciar mejor todo su alcance.

El segundo factor que plantea el problema de la conservación es el gran aumento de la tasa de crecimiento de la población, que se inició en los países industriales de Occidente a principios del siglo XIX y se extendió gradualmente sobre la mayor parte de la tierra. La "explosión" de la población, en su primera fase violenta, ya se ha hecho sentir en el occidente de Europa, los Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelandia, Australia y posiblemente en el Japón. En la Europa Oriental, en Rusia, en América del Sur y en África, esta fase todavía está en su plenitud, y los grandes centros de población del sureste de Asia tienen todavía que experimentar sus consecuencias.

Los cambios de la población dependen en su forma más simple, de los cambios de los coeficientes de natalidad y mortalidad. Son comunes —pero relativamente graduales, y con frecuencia cíclicos— las variaciones del coeficiente de natalidad causadas por guerras, epidemias y cambios de las instituciones sociales y de los niveles de vida; pero, los cambios de población repentinos y violentos se deben, en términos generales, a cambios del coeficiente de mortalidad. La reciente explosión de la población ha tenido su origen, indudablemente, en una reducción cuantiosa y repentina del coeficiente de mortalidad, como consecuencia de la "revolución sanitaria" que es uno de los aspectos más importantes de los grandes cambios tecnológicos efectuados durante el siglo XIX. Por revolución sanitaria se entiende no sólo el progreso en muchos de los campos de la medicina, sino también en la tecnología para evitar, o combatir, epidemias y en la sanidad pública (vacunación obligatoria, sistemas de drenaje, aprovisionamiento de agua potable, reglamentación para la construcción de viviendas populares, etc.).

Se considera generalmente que, a la fecha, han ocurrido dos "explosiones" de la población en los países industriales de Occidente, o mejor dicho, en los países con cultura occidental. La primera se inició a principios del siglo XIX (Bélgica, Dinamarca,

Inglaterra y Gales, Irlanda, Escocia, Francia, Alemania, Holanda, Italia, Luxemburgo, Noruega, Portugal, España, Suecia, Suiza, Australia, Canadá, Nueva Zelandia y los Estados Unidos) en que la población afectada era aproximadamente de 117 millones. La población de la parte del mundo en la que ocurre la explosión actual era de aproximadamente 1 739 millones en 1930, descontando la población de los países enumerados anteriormente: 401 millones. Actualmente, se está efectuando una nueva explosión de la población, cuyo aumento absoluto se producirá fuera de los países industriales de occidente. En resumen, es seguro suponer que el aumento absoluto de la población hasta que (hipotéticamente) se alcance un equilibrio no-malthusiano, será mayor y se acumulará más rápidamente que el experimentado por los países industriales durante el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX. Por lo menos, se considera muy conveniente que la gente y los gobiernos se percaten completamente de esta situación y acepten el desafío que tal fenómeno implica. Darse por satisfechos ante la abundancia, descansando en el análisis superficial del pasado, puede ser peligroso. No existe la certeza de que el equilibrio de población no-malthusiano, alcanzado en los países industriales de Occidente sea estable; y, por otro lado, el reciente crecimiento de la población en los Estados Unidos y en algunos países europeos después de la Segunda Guerra Mundial es, hasta cierto punto, de carácter cíclico, se trata más bien de una experiencia histórica singular.

## 7.—INFLUENCIA DE LOS CAMBIOS EN LAS INSTITUCIONES SOCIALES.

Los cambios de carácter institucional constituyen el tercer factor que después de los cambios tecnológicos y demográficos han atraído más la atención de los investigadores sobre el problema moderno de la conservación.

El término "institución social" comprende dos aspectos o elementos fundamentales (según W. G. Summer): "Una institución consiste de un concepto (idea, noción, doctrina, interés) y una estructura. La estructura es un marco o aparato, o quizá sólo un número de funcionarios, que han de cooperar de manera prescrita en una cierta coyuntura. La estructura mantiene el concepto y proporciona los medios para realizarlo en el mundo de los hechos y de la acción en forma que sirva a los intereses del hombre en la sociedad".

Para un estudio de la conservación de los recursos interesa principalmente la estructura de las instituciones sociales: por ejemplo, las leyes, los edictos, los procesos administrativos y judiciales, las costumbres y los hábitos que determinan los derechos de propiedad. Aunque las instituciones sociales afectan las decisiones de conservación en numerosos campos (relaciones matrimoniales y domésticas, prácticas de culto religioso, relaciones políticas internacionales, comportamiento económico, etc.) debemos poner la atención en aquellas instituciones que afectan directamente el comportamiento económico, es decir, en las instituciones económicas.

La revolución capitalista del siglo XIX, trajo consigo cambios radicales en las instituciones sociales y económicas que regulaban la utilización o el uso de los recursos renovables: la revolución tecnológica experimentada por los transportes terrestres y marítimos hizo posible la producción para su venta en los mercados muy distantes, del exterior; se suavizaron rápidamente las restricciones institucionales sobre el uso privado de la tierra, llegó a ser más importante el afán de lucro que la conveniencia de mantener un nivel acostumbrado de consumo interno; la tierra se convirtió en un bien de producción que podía legalmente usarse, depreciarse o mantenerse en cualquier forma que conviniese al propietario.

Las instituciones sociales son obra del hombre y son modificables. Para fines de una política de conservación, pueden considerarse como variables independientes o dependientes; es decir, que las instituciones sociales pueden ser de interés en el estudio de los recursos, lo mismo para el análisis histórico del comportamiento de los usuarios como instrumentos mismos de una política pública de conservación.

El agregado social más importante de los tiempos modernos es el Estado. Dentro de él tienen cabida diferentes grupos sociales como son la familia, tanto en su sentido amplio como en el restringido, las iglesias, logias, Cruz Roja, instituciones de caridad y beneficencia, sociedades de producción y distribución, mutualidades, partidos políticos, distritos sanitarios, academias, organizaciones de muy diversas índoles, etc., todos los cuales forman una complicada red de organismos principales y secundarios que persiguen objetivos específicos y de muy diverso carácter: sociales, económicos, políticos y de beneficencia. Estas asociaciones pueden, a su vez, proyectar sus actividades y su la-

bor de proselitismo más allá de las fronteras de un Estado como en el caso de la Iglesia Católica, de los Cárteles Internacionales, o del Club Rotario. También pueden establecerse relaciones entre Estados y organismos internacionales como la Unión Panamericana, las Naciones Unidas, la Comisión Económica para la América Latina, el Mercado Común Latino Americano, etc.

Las diversas relaciones entre instituciones sociales, con diversidad de actitudes y objetivos constituyen una amenaza latente en la tarea de valorar los recursos convirtiendo a esta tarea en algo parecido a un acertijo chino.

En una sociedad ideal todo el mundo debiera esforzarse por alcanzar "el mayor bien para el mayor número", y por fomentar el bienestar social; sin embargo, en la realidad, las organizaciones sociales y sus objetivos se alejan en mucho de ese ideal. En el mayor de los casos las sociedades modernas se apoyan en convenios entre los intereses en conflicto, como por ejemplo: los intereses de productores y consumidores, de patrones y trabajadores, del campo y la ciudad, de la agricultura y las industrias manufactureras, etc.; convenios que raramente son justos como para perdurar o acallar las quejas de los descontentos. Las luchas internas que esto provoca se resuelven únicamente por la fuerza, en lugar de suprimirlas mediante ajustes equitativos. En la realidad, el llamado interés colectivo no es otra cosa que el interés de la clase dominante, "disfrazado de necesidad social, y la política nacional pueden encauzarse de acuerdo con los objetivos sociales de una clase o de una combinación de clases, y no para dar satisfacción completa a las necesidades más urgentes de la mayoría".

El proceso de valoración de los recursos, es dominado en gran parte por el conflicto entre los intereses del grupo y de los individuos, conflicto que ha perdido mucho de su original simplicidad rectilínea, porque las estructuras sociales cada vez más amplias y complejas han convertido en una maraña los intereses en pugna, dando por resultado la exigencia de pesar continuamente los pros y los contras, a fin de encontrar fórmulas de avenimiento. Hay otras causas que afectan el proceso de la valoración de los recursos entre los que cabe mencionar como de primer orden, el desarrollo de la organización económica de los procesos económicos y de la técnica hechos posibles, a su vez, por organizaciones sociales mayores y más eficientes y por invenciones y descubrimientos en todos los campos de la

ciencia. De toda esta evolución, hay tres fases importantísimas por sus efectos revolucionarios sobre el problema de la valoración de los recursos, a saber: la división del trabajo, especialmente en sus aspectos regional e internacional; el nacimiento del capitalismo y la cada vez mayor importancia del dinero. Estas tres fases están íntimamente relacionadas entre sí.

## 8.—POLÍTICA DE CONSERVACION EN UNA ECONOMIA PRIVADA Y EN UNA ECONOMIA SOCIAL.

El aprovechamiento (la valoración) de los recursos debe estudiarse desde dos puntos de vista diferentes: primero, de acuerdo con las necesidades individuales y, segundo, con los objetivos sociales. Tiene una gran importancia el problema de las fuerzas que gobiernan esta división y de la forma en que se delimitan los campos de las preferencias particulares y del control social, de los derechos y libertades individuales y del poder del grupo dominante.

Las necesidades sociales no reemplazan a las necesidades individuales, sino más bien las complementan. "Las necesidades sociales pueden invadir el terreno de las privadas en una sociedad limitada por oportunidades naturales deficientes: pero cuando una civilización está asentada sobre bases naturales amplias y firmes la satisfacción de las necesidades sociales y la debida protección de los intereses colectivos pueden producir una vida individual más completa".<sup>12</sup>

La cooperación entre los grupos organizados, en teoría, es esencial para satisfacer necesidades colectivas. En realidad, sin embargo, los intereses privados y los sociales chocan con frecuencia.

El factor tiempo es decisivo en el proceso de valoración de los recursos. El conflicto de intereses entre una posición individualista y otra de grupo adquiere intensidades diversas en atención al concepto de perdurabilidad que se tenga. Lo que cuenta es el hecho incuestionable de que el periodo de vida del grupo es mayor que el del individuo. "Si no es la perduración lo que el grupo puede esperar, sí puede ciertamente aspirar a una considerable longevidad".<sup>13</sup>

---

12) Erich W. Zimmermann, Op. Cit. pp. 32-33.

13) Erich W. Zimmermann, Op. Cit. p. 36.

Como resultado de este conflicto de actitudes, no concuerdan los intereses sociales y los privados acerca del ritmo de la explotación de los recursos. Generalmente, el punto de vista social pone su mayor énfasis a los aspectos a largo plazo de la valoración de los recursos, en tanto que el punto de vista privado se interesa por los resultados inmediatos, de lucro, a corto plazo.

El problema del "ritmo" de la explotación de los recursos tiene una importancia vital mucho mayor cuando se trata de recursos limitados no regenerables, que tratándose de los que existen en cantidades prácticamente ilimitadas, o que se auto-regeneran. Es en el primer tipo de recursos en los cuales tiene el Estado un profundo interés, como representante político de la voluntad del grupo.

Quienes abogan por una acción pública en el problema de la conservación representan toda una gama de opiniones: unos piden la socialización completa y la administración pública de los recursos; otros creen que la sola educación (servicios de divulgación agrícola y creación de plantas piloto) sería suficiente; hay otros investigadores más pesimistas que creen que el problema es insoluble a menos que se logre un ajuste adecuado entre los recursos y la población humana por medio del control de la natalidad y, más aún, haciendo desaparecer u ocultando toda información que actúe contra los efectos "benéficos" de la desnutrición, de las enfermedades y las epidemias sobre la tasa de la mortalidad.

En todo sistema económico tienen que resolverse, de un modo o de otro, los tres problemas económicos fundamentales: 1) **qué** bienes y servicios habrán de producirse y en qué cantidad; 2) **cómo** se deberán emplear, para la obtención de dichos bienes, los recursos económicos disponibles; y 3) **para quién** se producirán esos bienes, o lo que es lo mismo, cuál será la distribución de la renta nacional entre los distintos individuos y clases sociales. Cada colectividad resuelve estos tres problemas de diferentes maneras: a) por costumbre o instinto, b) por decretos u órdenes, o, c) al través de un sistema de precios y mercados, tal como sucede en una economía mixta basada en la empresa capitalista.

Los problemas económicos y sociales no son los mismos para particulares que para la sociedad. Por lo tanto, conviene tratar separadamente la conservación en el caso de la economía privada y en el caso de la economía social.

Generalmente se inicia el análisis enfocando la atención al primer caso, puesto que la mayor parte de los problemas privados son más sencillos, de tal manera que tanto la necesidad como las posibilidades de acción estatal se basan en la comprensión del comportamiento de los usuarios individuales de recursos y en la forma en que sobre su conducta influye su medio ambiente, es decir, las "fuerzas económicas".

Con motivo del problema de la valoración de los recursos se ha utilizado el término "tres economías": en un extremo se encuentran numerosas actividades dejadas íntegramente a la iniciativa individual y a la empresa privada; en el otro extremo hay actividades como la administración de la justicia y el aprovisionamiento de las fuerzas armadas las cuales, según consenso general son de la competencia de los poderes públicos. Entre estos dos extremos se encuentra una "tercera economía", en la que el equilibrio entre los intereses privados y sociales no está claramente determinado y en la que se pierde la línea que los separa. Esta tercera economía incluye, entre otras actividades, la de la industria de extracción de recursos naturales, tales como la minería y la industria pesada; en menor grado, la agricultura está comprendida dentro de esta "tercera economía", porque inclusive la fertilidad del suelo es un bien que puede llegar a agotarse por el abuso.

La actitud de las diferentes naciones respecto de esta zona intermedia, la "tercera economía", es muy distinta; en algunas naciones se la incluye prácticamente en el dominio de la libre empresa individual, dejando al control público un margen pequeño de funciones sociales; otras naciones adoptan una actitud totalmente opuesta.

#### **A.—Economía de la conservación.**

La economía de la conservación se ocupa del estudio de problemas relacionados con: a) el estado óptimo social de la conservación y su relación con el óptimo privado, b) la utilidad de la teoría económica para definir el óptimo social y aspectos que condicionan y limitan su aplicación; c) determinación del óptimo social de tal manera que sea operativamente útil para una política pública; d) causas de las diferencias entre el óptimo social y el privado y la acción pública a desarrollar para modificar tales causas. Estas y otras indagaciones proporcionarán

los criterios y objetivos generales para la política de conservación con lo cual se estará en condiciones de idear los instrumentos operativos y la posibilidad de utilizarlos para lograr ciertas metas.

La economía de la conservación no puede ocuparse de la totalidad de los aspectos intertemporales de las relaciones entre el hombre y su ambiente (actitudes, artes, idiomas, costumbres, hábitos, leyes y religiones) y que forman parte del complejo de la conservación. "La atención se dirige a la relación lógica entre los hechos de los que se dispone en la actualidad a través de una teoría (hipótesis) de causa y efecto, al análisis de los problemas típicos que se presentan en la mayor parte de los recursos, y a los principios que se aplicarán a la realización de una política en la mayor parte de los países".<sup>14</sup> Tampoco se puede abarcar en un análisis de esta naturaleza una historia de la conservación ni un plan detallado de política de conservación respecto a recursos individuales en países particulares, excepto a manera de ilustración y como pruebas de la conformidad entre la teoría y la observación.

El análisis económico de la conservación puede hacerse desde dos puntos de vista no necesariamente excluyentes: desde el punto de vista de una economía privada y desde el punto de vista de una economía social. En el primer caso se investiga la forma en que los usuarios individuales de recursos deciden acerca de la distribución de tasas de uso en el tiempo; en el segundo caso se investiga el por qué y en qué condiciones existen conflictos entre una distribución intertemporal de tasas de uso originada por las decisiones de usuarios individuales de recursos y una distribución que puede considerarse como más conveniente para los intereses de un grupo social.

En estudio sobre la conservación han de comprenderse los factores que afectan la distribución del uso de los recursos en el transcurso del tiempo, a fin de precisar los objetivos de la política pública en relación con dicha distribución, y poder idear instrumentos que permitan lograr los objetivos propuestos. Esta distribución abarca aspectos tecnológicos, económicos, sociales y políticos propios.

El análisis económico de la conservación "intenta comprender la distribución del uso de los recursos en el transcurso del tiempo

---

14) S. V. Ciriacy-Wantrup, Op. Cit. p. 31.

po en función de las relaciones entre el conocimiento tecnológico, la motivación individual y las instituciones sociales; estudiar las fuerzas económicas que afectan a los cambios de esta distribución; y revisar los criterios que norman la elección de la distribución que se considera "más conveniente", lo mismo desde el punto de vista individual que del social".<sup>15</sup>

## B.—Instrumentos de la política de conservación.

Los instrumentos de la política de conservación, tanto nacionales como internacionales, se hallan estrechamente interrelacionados respecto al mismo recurso y a recursos diferentes. Algunos instrumentos son complementarios en sus efectos; otros son independientes o competitivos.

Entre los instrumentos de la política de conservación juegan un papel preponderante las instituciones sociales especialmente aquellas que afectan el interés, el ingreso, la incertidumbre, los precios y la forma de mercado, la definición de la propiedad, el tipo de tenencia de la tierra, la extensión de las propiedades, el sistema impositivo y las relaciones acreedor-deudor. Estos instrumentos "indirectos" de la política de conservación se aplican a las fuerzas económicas que gobiernan las decisiones privadas de conservación.

Además de la acción pública indirecta a través de la modificación de las instituciones sociales existentes, hay muchas alternativas de control directo que varían desde el establecimiento de formas atenuadas de zonificación circunscribiendo o limitando el uso de ciertos recursos hasta la prohibición o exigencia de prácticas específicas y el establecimiento de cuotas de producción y venta.

La forma del mercado en que se venden los productos de los usuarios de los recursos y se compran los servicios productivos representa una fuerza institucional importante de la utilización de los recursos.

Hay varios tipos de formas de mercado ("competencia monopólica", "oligopolio", "duopolio", "monopolio", y los fenómenos paralelos vistos desde el lado de los compradores —condiciones "monopsónicas"), pero, en el análisis económico es suficiente

---

15) S. V. Ciriacy-Wantrup, Op. Cit. p. 23.

tratar con dos tipos de formas de mercado: "competencia pura" y "condiciones monopólicas". La primera se refiere a aquel mercado en el cual los usuarios individuales de recursos no esperan que las cantidades que producen influyan en los precios de sus productos (o que las cantidades de servicios que demandan afectarán los precios de tales servicios). En condiciones monopólicas, sí esperan dicha influencia.

En la realidad, la mayoría de los usuarios de recursos iluente —o sea, en la agricultura, silvicultura, el pastoreo y la piscicultura— se acercan a la competencia pura.

Las condiciones monopólicas son bastantes frecuentes en la utilización de recursos fijos, tales como minerales metálicos, petróleo, fertilizantes.

El interés, la incertidumbre y los precios son fuerzas económicas que están fuertemente condicionadas y, en algunos casos, generadas por instituciones sociales que, a su vez, constituyen otras fuerzas económicas que pueden ser tanto instrumentos como obstáculos en las prácticas de conservación de los recursos. Entre las instituciones sociales, las de carácter francamente económico que afectan las decisiones de conservación son los derechos de propiedad y los sistemas de arrendamiento, crédito e imposición. Los derechos de propiedad forman un complejo de instituciones económicas que adquieren una importancia primaria en la economía de la conservación porque de ellas se "derivan" varias clases de instituciones económicas, en el sentido de que sus conceptos y estructuras son variaciones de un tema común. Tal es el caso de **arrendamiento, crédito e imposición.**

Los cambios de los precios pueden actuar como instrumentos de conservación, pero no hay reglas precisas y de acción inmediata acerca de los efectos de los cambios de precios en las decisiones de conservación. Los cambios de los precios de los productos (por ejemplo, en la agricultura los diferentes cultivos) y de los servicios (mano de obra, tractor y arado en la agricultura, maquinaria en la minería, máquina alimentadora en la silvicultura, instrumentos de caza) ejercen una influencia considerable en las decisiones de conservación; pero para determinar el sentido de dicha influencia (es decir, conservación o agotamiento) y para apreciar su importancia cuantitativa es necesario proceder con cautela.

C.—Problemas de la determinación del "estado óptimo de conservación" en una economía privada y en una economía social.

El estado de conservación (incluyendo un cambio en el estado óptimo de conservación) puede indicar ya sea conservación o agotamiento; ya que estos últimos dos conceptos pueden considerarse como sinónimos, para efectos del análisis económico.

El estado óptimo de conservación ya sea como concepto **ex-ante** o **ex-post** es un artificio intelectual útil como principio ordenador al analizar el resultado de fuerzas económicas que influyen en la conservación y el agotamiento.

El objetivo práctico de las decisiones acerca de la conservación no es la distribución óptima de las tasas de uso en el transcurso del tiempo, sino un cambio paulatino direccional (conservación o agotamiento) de la distribución existente, o de alguna distribución hipotética, hacia el óptimo, de tal manera que sólo es posible aproximarse al estado óptimo de conservación, mediante el ensayo y el error. A esto se llama el método de aproximaciones sucesivas el cual simplifica considerablemente la tarea de aproximarse al estado óptimo de conservación. Se menciona este método a manera de ilustración sobre las dificultades de la determinación de un estado óptimo de conservación (**ex-ante**); y aunque existen otros, ello no supone que sea perfectamente factible que tal estado se logre o pueda lograrse en la realidad de un mundo en incesante cambio.

En una economía privada las decisiones acerca de la conservación no incluyen solamente valores positivos o negativos que se expresan en términos monetarios, es decir, que son evaluados en el mercado y al través de éste. La disponibilidad de tiempo para el ocio y las buenas relaciones familiares y con entidades sociales (empleados, funcionarios del gobierno); el prestigio, el poder, el orgullo por las proezas personales y las apreciaciones estéticas; el seguir siendo dueño exclusivo y absoluto del propio negocio; las relaciones de grupo tales como el patriotismo y el espíritu de comunidad, así como la envidia y el deseo de venganza, pueden influir en las decisiones de conservación y forman un conjunto de factores que en este caso se denominan "valores ajenos al mercado". Sin embargo, la inclusión de esta clase de valores en los ingresos y los costos no evita el acercamiento al estado óptimo de conservación. Mediante la observa-

ción de la conducta, mediante interrogatorios, y por medio de la introspección, los agentes planeadores pueden comparar los cambios en su estado de bienestar relacionados con los cambios **ex ante** combinando bienes de mercado y bienes ajenos al mercado. Esto no quiere decir que las decisiones de conservación no puedan estudiarse parcialmente —es decir, por lo que hace a los valores de mercado solamente, haciendo que los valores ajenos al mercado se mantengan constantes; o viceversa. El hecho "mantener constante" significa el reconocimiento de que ambos tipos de valores están frecuentemente relacionados entre sí.

El estado óptimo de conservación (**ex ante**) no sería muy útil para el análisis económico, si las decisiones de conservación estuvieran siempre dominadas por pautas de hábito; es conveniente darse cuenta que en algunas decisiones de conservación influyen las pautas de hábito y en otras la comparación consciente de las alternativas económicas. Esto es cierto aún para los grupos sociales en los que las pautas de hábito ejercen una gran influencia como ocurre en algunas sociedades tribales de África, en cuyo caso la teoría económica basada en un teorema de elevación al máximo, también es útil si se emplea junto con un cuidadoso estudio institucional y sociológico de las pautas de hábito.

Al tratar el problema de los hábitos es más prometedor el enfoque abiertamente histórico, institucional y sociológico que la simple definición de una determinada conducta como óptima.

La utilidad del estado óptimo de conservación estimado, como un concepto **ex ante** puede negarse señalando la "irracionalidad" en las decisiones de conservación que son producto de apreciaciones **subjetivas** del medio ambiente y que pueden no reflejar el conocimiento. Aunque algunas decisiones de conservación se toman impulsivamente y son contrarias al conocimiento (el análisis psicológico puede indicar la racionalidad subconsciente de tales decisiones), la observación cotidiana y los experimentos científicos con seres humanos y animales demuestran que, normalmente, se hacen elecciones que tienen sentido en términos de una apreciación subjetiva del medio ambiente y que reflejan conocimiento.

En la economía de la conservación generalmente se razona en términos de una apreciación "normal" del medio ambiente y de un comportamiento "normal" de los agentes planeadores sobre la base de tal apreciación. La desviación de la norma se puede determinar mediante estudios empíricos adecuados. Se

dice que las decisiones de conservación son "irracionales" si no se conforman a la norma particular de conducta que suponen es propia del **homo economicus** en las sociedades capitalistas modernas. Sin embargo puede haber tipos de conducta que se aparten de la del **homo economicus** pero que en modo alguno sean opuestas al conocimiento.

La gran conveniencia de una interpretación **ex post** (estadística) del estado óptimo de conservación es que las pautas de hábito pueden incorporarse por completo al análisis económico. La apreciación de las pautas de hábito es un aspecto importante de la economía de la conservación y un cambio de ellas puede ser un objetivo importante de la política de conservación.

Pero conviene recalcar que algunas prácticas de conservación las determinan los hábitos, y, al mismo tiempo, que otras se adopten basándose en el cálculo económico. Por otro lado, también es posible que un estado de conservación basado en las pautas de hábito sea sustituido gradualmente por un estado equivalente basado en cálculos económicos. Tal sustitución no la efectúan todos los agentes planeadores de un grupo social, al mismo tiempo, dando por resultado que exista el mismo estado de conservación adoptado por razones muy diferentes.

Es el sentido **ex post**, "el observador" puede referirse a las consecuencias, o resultados de las acciones de los planeadores, sin tomar en consideración sus motivos y objetivos. De esta manera los cambios observables en el estado de conservación pueden denominarse como "acercamiento" y "alejamiento" del óptimo en relación con el éxito económico relativo (supervivencia) en un ambiente económico dado. Para esto no es preciso atribuir ningún motivo y objetivo —tal como la elevación al máximo o cualquier otro— a los agentes planeadores. Aunque sus acciones puedan considerarse fortuitas se encontrará de todas maneras una tendencia de acercamiento al óptimo para una población estadística dada de agentes planeadores, porque los que logren adaptarse mejor a las fuerzas del ambiente tenderán a sobrevivir.

Esta determinación del estado óptimo de conservación (**ex post**) permite comprender, predecir e influir el resultado total de las decisiones de conservación (de una población estadística de agentes planeadores) sobre la base de un conocimiento dado acerca del valor de supervivencia de varias prácticas en un ambiente económico determinado, pero sin perder de vista la **dirección del cambio**.

El estado óptimo de conservación en la economía social puede determinarse con criterios semejantes a los que se utilizan en el caso del óptimo privado, sujetos a limitaciones y estimaciones aproximadas similares, siempre que los ingresos y los costos se reinterpreten con fines de contabilidad social en forma que tengan sentido. En el caso de que esto fuera posible, el estado óptimo (en la economía social) estaría dado por aquel estado de conservación que elevara al máximo los ingresos netos sociales. Los problemas con que se tropieza al hacer que este concepto sea teóricamente aceptable y aplicable en la práctica son aún más numerosos y complejos que en la economía privada, por lo tanto habrá que contentarse también en este campo con estimaciones aproximadas.

Al reinterpretar los "costos" y los "ingresos" desde el punto de vista de la contabilidad social ("economía del bienestar") es conveniente poner énfasis en las funciones marginales más que en las funciones totales, porque las primeras se relacionan más directamente con las funciones comúnmente usadas en la economía privada. Las funciones del ingreso social marginal pueden identificarse con las funciones demanda de la "comunidad" y las funciones del costo social marginal con las funciones oferta de la "comunidad". El término "comunidad" —en vez del de "mercado"— se ha elegido porque la política pública no se limita necesariamente al uso de funciones que son directamente producidas por el mercado.

Una condición necesaria, entre muchas otras, para que exista la identidad de los óptimos privado y social del estado de conservación es la competencia pura. puesto que, las condiciones monopólicas, en toda; partes de la economía, afectan decisivamente el estado de conservación. Pero en la economía capitalista moderna están muy difundidas las condiciones monopólicas, que no pueden apreciarse solamente con los instrumentos de la economía.

El refinamiento teórico de una definición formal del óptimo social de conservación tiene sólo un interés práctico limitado. Por lo tanto, es más conveniente poner la atención en algunas aproximaciones prácticas al óptimo social del estado de conservación. Un objetivo práctico sería no la distribución óptima en el tiempo de las tasas de uso, sino un mejoramiento paulatino de las existentes utilizando el método de ensayo y error; esto se lograría comparando el valor presente del total de los costos sociales adicionales de medidas completas de política de conserva-

ción (cambiando las tasas de uso en un cierto número de intervalos) con el valor presente del total de los ingresos sociales adicionales de tales medidas.

## 9.—LA POLITICA DE CONSERVACION COMO INSTRUMENTO DE AJUSTE DE LA INESTABILIDAD ECONOMICA.

El agotamiento de los recursos suele considerarse como la causa de la inestabilidad económica y social.

Históricamente, —aunque no está plenamente comprobado— el agotamiento de los recursos se ha considerado como la causa de la desintegración de algunas sociedades y civilizaciones enteras (civilización índica de Ceylán, las civilizaciones maya y siria).

En el pasado más reciente, el agotamiento de recursos individuales ha sido la causa de la inestabilidad económica y social en países y regiones cuya economía carecía de diversificación. Las minas abandonadas en algunas partes de los Estados Unidos, así como los suelos agotados y los bosques talados han sido la causa de la desaparición de poblaciones enteras sin ocupación, que dependen de la ayuda de otras regiones vecinas. Situaciones similares pueden darse en todo un país si los recursos son agotados por un capital extranjero que no tenga suficiente interés en el desarrollo duradero de la economía nacional (agotamiento del petróleo en el Cercano Oriente; cobre, estaño y nitrato en algunos países sudamericanos, la explotación forestal agotadora y las plantaciones en las zonas coloniales).

El uso de los recursos ha sido considerado como la causa de la inestabilidad económica cuando se habla de que las variaciones de las cosechas en la agricultura y escaseces cíclicas de las materias primas son total o parcialmente responsables de las fluctuaciones económicas, ya se trate de ciclos económicos cortos que de períodos más prolongados de expansión o estancamiento. Esta opinión tenía cierta validez por lo que hace a ciertas regiones antes de la Revolución Industrial y con anterioridad a los grandes cambios en los transportes durante el siglo XVIII, que tendieron a igualar la oferta. En aquel entonces, las buenas cosechas y la prosperidad, y las malas cosechas y la depresión, tendían a asociarse. En nuestros días, parece que

la prosperidad y la depresión de la agricultura "son, con más frecuencia el resultado que la causa, de las fluctuaciones de las industrias no agrícolas".<sup>16</sup>

La inestabilidad económica es una de las fuerzas que influyen en las decisiones de conservación (conservación y agotamiento **ex ante**) y que tienen efectos importantes no planeados sobre la distribución en el tiempo del uso de los recursos (conservación y agotamiento **ex post**)

Existen varias clases de inestabilidad de las actividades productivas que no influyen directamente en las decisiones de conservación. Por ejemplo, las empresas individuales y las industrias nacen, crecen, envejecen y mueren por razón de cambios de la tecnología, de los gustos de los consumidores, de las condiciones institucionales, de la dirección personal, y de otros factores circunstanciales. Cada uno de estos cambios requiere un análisis específico, sin que en ningún caso puedan hacerse generalizaciones acerca de sus efectos sobre la conservación o el agotamiento.

Las inestabilidades que son parte inevitable de los procesos productivos (variaciones de las cosechas a causa de las condiciones climáticas, los ciclos de fructificación de la arboricultura, los ciclos de cría y reproducción de la fauna silvestre y de los animales domésticos), ejercen influencias generales en la conservación porque tienden a aumentar la reserva por incertidumbre en los planes de producción. No obstante, se trata solamente de desviaciones transitorias de una norma secular, que puede servir de base a las decisiones de conservación. Además, los efectos de los ciclos de producción sobre el ingreso son mitigados con frecuencia por los cambios de precios en sentido opuesto.

Hay otras inestabilidades respecto de las cuales no existe dicha norma, ni dicha fuerza mitigadora, a las que denominaremos "fluctuaciones económicas". Estas fluctuaciones no indican una periodicidad estricta, comprenden tanto a las de duración relativamente corta —los llamados ciclos económicos— como los grandes períodos de expansión y estancamiento. Las fluctuaciones económicas afectan a los productores de materias primas en la agricultura, la silvicultura, la minería y similares, en forma de cambios violentos de la demanda, es decir, en forma de cambios violentos de los precios de los productos, que no pueden explicarse por cambios de la producción y la oferta. Hay otras formas de inestabilidad económica en relación con los aspectos internacionales de la política de conservación.

---

16) S. V. Ciriacy-Wantrup, Op. Cit. p. 206.

Las fluctuaciones económicas sí afectan directamente las decisiones de conservación tanto en una economía privada como en una que se proponga finalidades de bienestar social.

Las políticas estatales tendientes a eliminar las fluctuaciones económicas, o sea, aquellas medidas que dan origen a una mayor estabilidad de la demanda de los productos de las industrias primarias, tienen gran interés para la conservación. En la actualidad se han desarrollado instrumentos de análisis económico que combinan eficazmente la sobreproducción, el subconsumo y las teorías monetarias de la inestabilidad económica en una teoría del ahorro, la inversión y la formación de ingreso. Es una política estatal que tiene como finalidad directa equilibrar el ahorro y la inversión, las prácticas de conservación pueden proporcionar una solución conveniente en los diversos planes de inversión en el nivel nacional.

Los requisitos de una política anticíclica de inversión y la posibilidad de satisfacerlos, a través de la conservación se pueden lograr si se plantean adecuadamente objetivos de inversión que satisfagan las condiciones siguientes: 1) oportunidad, volumen y flexibilidad, 2) coordinación entre la inversión privada y la inversión pública, 3) uso adecuado de las inversiones intensiva; en mano de obra y materiales, 4) distribución regional adecuada de las inversiones, y 5) repercusiones sobre la posición de la balanza de pagos y sobre la estabilidad monetaria internacional.

Por lo que se refiere al primer punto, la satisfacción de estos requisitos depende de la "posibilidad técnica y económica de telescopiar", es decir, de concentrar un programa anticipado de largo alcance en un período más corto. El plan de conservación es superior a otras obras públicas a este respecto, debido a que las necesidades futuras de conservar la mayor parte de los recursos naturales pueden ser satisfechas por adelantado, sin temor de que el resultado se vea disminuido en el curso del tiempo a causa de la falta de uso (conservación de suelos, bosques y praderas contrastando con las necesidades futuras de habitación, servicios públicos y caminos). La política de conservación, en este punto, permite la posibilidad de establecer sectores o sea la división de la inversión en unidades económicas, susceptibles de terminarse en un momento dado, cuando su terminación sea conveniente desde el punto de vista de la política estatal anticíclica, sin disminuir el valor del proyecto en su conjunto.

El segundo punto se refiere a la conveniencia de que la inversión pública se complemente con la inversión privada en lugar de competir con ella. La inversión pública debería concentrarse fundamentalmente en la producción de bienes y servicios cuya demanda y oferta es colectiva (en gran parte se trata de bienes y servicios extramercantiles) y en forma secundaria en las industrias controladas por el gobierno. Las prácticas de conservación son superiores a otros campos de inversión pública, puesto que aquellas inversiones son indiferentes a éstas o bien complementarias. Por ejemplo, los valores extramercantiles son importantes en la conservación y por su parte, algunos recursos tienen una gran importancia desde el punto de vista social. Es más, ciertos recursos (bosques, praderas, fauna, agua) son parcialmente propiedad pública o están sujetos a control público directo.

El tercer requisito está relacionado con la inversión pública intensiva en mano de obra y materiales que convengan a los planes de conservación. Algunos tipos de inversión dan por resultado un aumento directo considerable de la ocupación mientras que otros requieren adicionalmente materias primas, construcciones, equipo y maquinaria lográndose indirectamente el aumento de la ocupación con cierto retraso. En tiempos de crisis económica son convenientes las inversiones públicas intensivas en mano de obra, como cuando se registra una desocupación friccional anormalmente grande durante la reconversión de la industria después de una guerra. No obstante, en una situación de esta naturaleza la inversión pública intensiva en materiales competirían con la iniciativa privada respecto de materias escasas, equipo y herramientas produciéndose una congestión en ciertos procesos que desencadenaría una situación inflacionaria. En la fase descendente del ciclo económico o durante un período de estancamiento, sería más conveniente la inversión pública intensiva en materiales debido a sus efectos estimulantes sobre la inversión privada. Por lo que respecta a la conservación, hay también inversiones intensivas en mano de obra y materiales que, dada una selección adecuada de proyectos, tales clases de gastos convengan a diferentes fases del ciclo. Por ejemplo, la conservación de los suelos y de los bosques por un cuerpo civil de conservación usando equipo pesado disponible (tractores, "excedentes" de guerra, máquinas niveladoras y otro tipo de equipo pesado para remover la tierra) es inversión intensiva en mano de obra. Un ejemplo de inversión intensiva en materiales en los planes de conservación, lo constituyen las obras de conservación del agua, para riego y para el control de inundaciones (presas de almacena-

miento o de regulación, canales de rectificación, plantas hidroeléctricas).

Una distribución regional adecuada de la inversión pública, es el cuarto requisito. Esta distribución no puede ser dirigida a voluntad debido a que estas inversiones siempre son determinadas por factores de localización. A este respecto, los gastos de conservación son inferiores a otros gastos públicos. Los planes de desarrollo regional (proyecto TVA) consisten de programas a largo plazo para aliviar la situación de regiones deprimidas o para abrir nuevas fronteras a la inversión con proyecciones hacia el futuro de largo alcance. Estos programas no encajan fácilmente dentro de una política anticíclica de inversiones para aliviar la desocupación temporal en localidades específicas.

Finalmente, el quinto requisito de una política eficaz de inversiones públicas es evitar las repercusiones adversas sobre la posición de la balanza de pagos. En este caso, la conservación de los recursos fijos ocupa un lugar preferencial como campo de inversiones, porque en esta conservación está implícita la exportación de capital a largo plazo para el desarrollo de recursos similares en el extranjero, la eliminación de los subsidios de exportación directos e indirectos para recursos nacionales, y la disminución, o mejor aún, la abolición de las barreras arancelarias a la importación de recursos extranjeros.

## 10.—LOS RECURSOS NATURALES EN LA CONTABILIDAD NACIONAL.

Los recursos forman parte de la riqueza nacional. Esta riqueza en su sentido más amplio comprende la parte que se compone de los recursos naturales y de la parte que se forma mediante las inversiones netas, es decir, la parte que se conoce como la formación neta de capital. Desde otro punto de vista la riqueza nacional la integran riqueza productiva y riqueza no productiva.

Este concepto tan amplio de riqueza nacional carece de importancia para el análisis económico, porque no se establecen claramente relaciones causales con el producto nacional; es decir, no se puede afirmar que sea la fuente de la producción nacional porque incluye una partida no productiva (capital consuntivo); ni tampoco existe la idea inversa, o sea, la que consi-

dera a la riqueza como resultado del producto nacional (vía la parte de esto que consiste en la formación neta de capital), ya que comprende, además del capital acumulado, los recursos nacionales.

Existen cuatro desviaciones importantes de las relaciones entre los cambios de la riqueza nacional y el producto nacional: 1) el suelo y otros recursos naturales aumentan la riqueza nacional, pero no se forman —a lo menos no directa e integralmente— como resultado de la producción nacional; 2) la explotación de los recursos nacionales se añade al producto nacional pero no se deduce ninguna suma por concepto de agotamiento de estos recursos, lo que indudablemente reduce la riqueza nacional; 3) los daños imprevistos, que también disminuyen la riqueza nacional, no entran como partida en el producto nacional; 4) la riqueza nacional comprende también una parte consuntiva, que no contribuye a la formación del producto nacional, en términos de contabilidad nacional.

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES SOBRE EL GAS NATURAL**

## 1.—¿QUE ES EL GAS NATURAL?

En términos muy generales se denomina gas a una sustancia cuyo volumen aumenta continuamente y sin límite cuando la presión a que se halla sometida se reduce también continuamente.

El gas natural clasifica entre los llamados gases combustibles. Su explotación y transformación afecta a la economía de los recursos naturales energéticos en el sentido de que puede en un momento dado estarse haciendo un uso indebido de estos elementos, lo cual sucede a menudo. El humo negro que sale de las numerosas chimeneas de las ciudades y de los poblados es un indicio de que se está desperdiciando un recurso natural. Un ejemplo clásico de tal desperdicio lo constituye el carbón mineral o carbón de piedra: no debiera utilizarse a éste directamente como combustible sin antes haberle extraído varios de sus componentes y emplearlos conforme a su mayor valor intrínseco desde el punto de vista industrial. Consideraciones de orden práctico obligan a desatender este principio como es el caso de muchas regiones del mundo en las que de usarse el coque y el gas como combustible les resultaría a un precio muy superior al del carbón mismo.

La industria del gas natural (y también es el caso de otros gases combustibles) ha dejado de ser únicamente fuente de calor y energía y se ha convertido en importante abastecedora de materias primas para la industria química. Sin embargo, el gas natural continúa empleándose en su mayor parte como un combustible. Su elección entre otros de los principales gases que se utilizan con el mismo fin, depende en cada caso de la composición, valor calorífico y costo de producción y distribución. El valor calorífico del gas es en muchos casos el factor decisivo, el cual expresado en BTU viene siendo la suma de los calores de combustión de sus constituyentes, tal como puede apreciarse en el siguiente cuadro que se ofrece a manera simplemente de ejemplo:

## CUADRO No. 1

Composición centesimal y valor calorífico de varios gases combustibles. (α)

COMPONENTES	GAS NATURAL (ZONA CENTRAL)	GAS NATURAL (PENSILVANIA)	GAS DE HULLA (HORNOS DE COQUE)	GAS DE AGUA	GAS DE AGUA CARBURADO	GAS DE GENERADOR
Monóxido de carbono	...	...	6.3	43.5	34.0	30.0
Dióxido de carbono	0.8	...	1.8	3.5	3.0	3.5
Hidrógeno	...	...	53.0	47.3	40.5	10.0
Nitrógeno	3.2	1.1	3.4	4.4	2.9	54.5
Oxígeno	...	...	0.2	0.6	0.5	0.5
Metano	96.0	67.6	31.6	0.7	10.2	1.5
Etano	...	31.3	...	...	...	...
Sustancias iluminantes.	...	...	3.7	...	8.9	...
Total de BTU/pie cúbico.	967	1232	586	302	550	135

α) Morgan "American Gas Practice", p. 30, J. J. Morgan, Maplewood, N. J., 1931.

El gas natural repetimos está íntimamente relacionado con la industria del aceite mineral o petróleo; se le encuentra o no asociado con él, hecho éste que imprime características especiales de orden técnico al aprovechamiento del gas en las distintas regiones petrolíferas del mundo.

La composición de este gas varía de una a otra región y aún dentro de un mismo campo petrolero, sin embargo está formado fundamentalmente por metano, etano, propano, butano e

isobutano y sólo en pequeña proporción por pentano y otros hidrocarburos más pesados. Además contiene elementos "inertes" o incombustibles, tales como el bióxido de carbono, el nitrógeno y el helio.

El siguiente esquema\* nos muestra con cierta claridad los diversos tipos de gas natural, atendiendo a su origen en los yacimientos petrolíferos:

		<u>PUNTO DE EBULLICION</u>				
GAS NATURAL	{	GAS NATURAL TIPICO ("GAS SECO", MUY DIFICIL DE LICUARLO: SE OBTIENE DE LOS POZOS DE GAS).	}	METANO, 85% - 126°C	}	GAS LICUADO
				ETANO, 15% - 53°C		
	{	PROCEDENTE DE POZOS PETROLEROS ("GAS HUMEDO")	}	PROPANO - 44°F.		
		PROCEDENTE DE POZOS DE CONDENSADO Y DESTILADO (SON MUY VOLATILES A LAS TEMPERATURAS Y PRESIONES NATURALES).		}		
			FRACCIONES LIGERAS DE GASOLINA.			

\* Tomado del libro "Recursos e Industrias del Mundo" de Erich W. Zimmerman, Fondo de Cultura Económica, México 1957.

Alrededor del 65% del gas natural típico es metano ("gas de los pantanos"),  $CH_4$ . El resto es, en su mayor parte, etano:  $C_2H_6$ . Por ser muy bajo su punto de ebullición, los gases metano y etano, son difícilmente licuables, y por esa razón forman

- 1) Este elemento es un raro constituyente del gas natural; solamente en muy pocos campos su contenido es lo bastante alto para que se justifique su extracción. Siendo su densidad siete veces menor que la del aire y químicamente inerte (no inflamable), el helio se usa para aeronaves más ligeras que el aire: zeppelines, globos, etc. Tiene aplicaciones muy importantes en el tratamiento de trastornos respiratorios y ha revolucionado el buceo a grandes profundidades. Las llantas de los aviones reducen su peso si se les infla con este gas. Es indispensable en algunos tipos de soldadura. Antiguamente se extraía de minerales radioactivos y costaba más de 80,000 dólares el metro cúbico; hacia finales de los años cuarenta costaba menos de 35 centavos de dólar. El gas natural de que se extrae el helio no pierde su valor comercial; de hecho su poder calorífico aumenta ligeramente.

parte principal del gas que se denomina "seco". El gas de los pozos que lo contienen en forma exclusiva responde generalmente a esta clase.

Otros tipos de gas natural entran en la categoría de "húmedos" porque de ellos se extraen fracciones ligeras de gasolina además del propano y del butano. Todo el gas de petróleo es gas húmedo, en tanto que el gas extraído de los pozos de gas puede ser húmedo o seco. (Un pozo de petróleo de los localizados en el Estado de Texas, produce generalmente de 15 a 20 barriles de petróleo al día, y de 600 000 a 1 000 000 de metros cúbicos de gas natural, cuando la proporción de gas y de petróleo es normal).

Todos los gases naturales son químicamente similares; tanto el gas de petróleo<sup>2</sup> como el gas natural típico pueden rendir los mismos productos. Por ejemplo, una vez que se han extraído del gas de petróleo todos sus ingredientes fácilmente licuables, se puede vender al mismo precio que el gas seco obtenido de un pozo de gas. Por su parte, el gas seco, mediante el proceso Fisher-Tropsch modificado es susceptible de emplearse como materia prima en la síntesis de la gasolina, aceite diesel y alcohol.

El gas que se encuentra asociado con el petróleo recibe también el nombre de "gas de empaque" porque ocupa la parte superior en el yacimiento de petróleo impidiendo la salida de éste hacia la superficie pero actuando como fuerza impulsora a su debido tiempo. Históricamente, es este tipo de gas el primero que se aprovechó comercialmente en forma circunstancial por ser un subproducto en la industrialización del aceite mineral. En un estado incipiente de la explotación petrolera se desperdician grandes cantidades de gas de petróleo quemándose en la atmósfera por la falta de un mercado amplio y diversificado. A medida que se avanza en el desarrollo de la industria petrolera, el desperdicio va siendo menor mediante la reinyección a los mismos pozos de petróleo para facilitar la extracción del aceite mismo o en su defecto "almacenándolo" para el día en que llegue a necesitarse. Generalmente es muy lento el proceso en la eliminación o reducción del desperdicio por lo costoso de las instalaciones y equipos que se requieren para reinyectarlo a los pozos.

- 
- 2) A todos los hidrocarburos naturales, sólidos, líquidos y gaseosos, con excepción del carbón mineral, se les conoce con el nombre genérico de petróleo. El petróleo crudo no es otra cosa que átomos de hidrógeno y de carbono en proporciones variables.

El gas natural que se encuentra en los yacimientos que lo contienen en forma exclusiva, entre los que se incluyen los campos de condensado y destilado<sup>3</sup>, constituyen una reserva muy apreciable para aquellos países que aún no han logrado desarrollar completamente una industria del gas con características propias.

La explotación de los campos de gas natural es una actividad muy reciente, relativamente, aún en aquellos países en que se ha desarrollado mucho esta industria y disponen también de los mejores recursos tecnológicos.

En todo proceso de industrialización del gas natural, especialmente si se trata del gas "húmedo", se extrae primeramente la gasolina natural que contenga. Esta práctica es casi tan antigua como la extracción del petróleo crudo, no así el aprovechamiento de otros hidrocarburos líquidos como el propano y el butano los cuales por ser muy volátiles a las temperaturas y presiones normales no se quedaban en la gasolina sino que se escapaban a la atmósfera.

En los Estados Unidos, desde los años cuarenta, se recuperan muy cuidadosamente los gases propano y butano y se les comprime con el fin de obtener el gas licuado de petróleo, el cual es un combustible casero y comercial muy valioso que se vende en botellas o tanques de acero en aquellas regiones alejadas de las redes de distribución del gas natural que se suministra por medio de tuberías en las grandes ciudades o grandes centros industriales como si se tratara de un servicio público similar al suministro de energía eléctrica.

Cuando es mayor la demanda de gasolina natural<sup>4</sup> y de otros ingredientes líquidos o licuables del gas natural —propano y butano— que la que existe para el propio gas se origina una nueva práctica llamada de circulación y que consiste en extraer el gas del pozo, separar sus fracciones húmedas y luego devolverlo al yacimiento para extraerlo nuevamente, ya seco, en caso de que sea vendible económicamente.

- 
- 3) Se trata de campos de gas natural "húmedo" porque de dicho gas se puede obtener hidrocarburos líquidos por condensación o destilación; en contraposición con los campos de gas seco llamado así porque carece de hidrocarburos líquidos o fácilmente licuables
  - 4) Recientemente la gasolina natural ha cedido el paso a otros combustibles, debido a la introducción de nuevos mecanismos motores, principalmente el Diésel instalado en los camiones de pasajeros o carga, en los ferrocarriles, en los barcos, etc.; otros ejemplos son los motores de reacción y la turbina de gas empleados en los aviones.

Si el gas natural por explotarse cae dentro del grupo denominado "gas amargo", llamado así por contener azufre diluido en el ácido sulfhídrico (el "gas dulce" está virtualmente libre de azufre) entonces para que dicho gas pueda ser aprovechado económicamente como combustible o como iluminante ha de ser sometido primeramente a todo un proceso de industrialización que se conoce con el nombre de **desulfuración** que se divide prácticamente en dos etapas: a) purificación del gas, b) recuperación del azufre si esto último es comercialmente aconsejable. Este proceso es de todos modos necesario si el contenido de azufre es de consideración. El contenido de azufre puede variar de indicios a varios cientos de gramos por cada 2.8 metros cúbicos de gas. Aparte de proteger los sistemas y equipos de distribución y combustión del gas natural, existen muchas otras razones que hacen indispensable el proceso de desulfuración.

Del gas natural se pueden obtener, aparte de los hidrocarburos líquidos mencionados, otras materias primas a precios razonablemente bajos. Se trata de hidrocarburos gaseosos relativamente puros y químicamente activos que tienen una demanda cada vez creciente en la industria química, para su transformación en diversos productos sintéticos, mediante la recombinación artificial de los átomos.

La industria de la síntesis orgánica es muy reciente. En los Estados Unidos sólo cuenta alrededor de cuarenta años; se desarrolló en gran escala durante la Segunda Guerra Mundial. Algunos de estos productos son totalmente nuevos, en cambio otros son idénticos a sustancias que ya se producían con otras materias primas. Cada vez es más intensa la tarea de convertir el gas natural en productos sintéticos.

Las materias primas para esta moderna industria de la síntesis orgánica, conocida también como industria de la petroquímica, pueden considerarse como subproductos del metano que es el componente principal del gas natural. Todos los programas para el aprovechamiento de estas materias primas se basan en el hecho fundamental de que el valor de estos subproductos: etano, propano, butano e isobutano, como materias primas precisamente, es muy superior al que tienen como combustibles. Además, estos subproductos representan, conjuntamente sólo una fracción del volumen del gas natural: menos del 10% como término medio. Un volumen de gas natural, sin tratar, equivalente a 350 000 metros cúbicos, produce alrededor de 2 328 metros cúbicos de concentrado de hidrocarburos excelentes como materia prima para la industria química. El poder calorífico del gas re-

sidual disminuye ligeramente: Por ejemplo, de 40112 BTU a 36404 BTU por metro cúbico.

Entre los compuestos derivados del gas natural se encuentran las resinas sintéticas, plásticos, fibras, solventes, insecticidas, refrigerantes, productos farmacéuticos, pinturas, cubiertas protectoras, detergentes y productos de limpieza, anticongeladores, alcoholes, amoníaco sintético, nitratos, fertilizantes, hules, negro de humo y componentes especiales de la gasolina para motores y para la aviación. Son miles de productos los que ya se obtienen actualmente, partiendo de los subproductos del gas natural y aún no se agotan las posibilidades implícitas en esta explotación.

## 2.--DE LAS RESERVAS.

La determinación de las reservas de gas natural y las de petróleo confrontan los mismos problemas. Generalmente las "reservas probadas de petróleo" son menores que las reservas probadas de gas", lo mismo en función de poder calorífico como en términos de peso. Es muy probable que esta diferencia se acentúe en el futuro, dado que las reservas de gas natural se están rectificando continuamente en sentido creciente.

Por medio de la relación entre los descubrimientos de campos de gas y la producción neta es posible tener un índice significativo de lo que se puede disponer en el futuro, dado que resulta casi imposible predecir la magnitud y la cantidad de los futuros descubrimientos; a medida que aumenta dicha relación, aumentan en la misma proporción las posibilidades de abastecimiento de gas en el porvenir.

Por otro lado, los nuevos descubrimientos de gas dependerán en gran parte de los trabajos de exploración para encontrar nuevos campos de petróleo, pues la mayoría de los pozos (de petróleo, de gas húmedo o seco) se perforan con la esperanza de encontrar petróleo. Además, se pueden encontrar cantidades adicionales de gas: 1) en zonas más profundas de los campos actualmente en producción; 2) en ampliaciones de los campos actualmente en explotación; 3) en áreas nuevas situadas en las cercanías o entre los campos actuales; y 4) en regiones que ahora no están en explotación. La primera fuente de las mencionadas anteriormente es la más importante porque generalmente las grandes profundidades son más favorables a las existencias de gas que de petróleo. Las exploraciones realizadas últimamente en las plataformas submarinas han resultado más favorables para el gas que para el petróleo.

Las estadísticas sobre la estimación de las reservas probadas de gas natural recuperable en los Estados Unidos abarcan los conceptos siguientes:

### Cuadro No. 2

Estimación de las reservas probadas de gas natural recuperable en los Estados Unidos 1950-51, 1953-54 y 1958-59 miles de millones de pies<sup>3</sup>

C o n c e p t o s	1950-51	1953-54	1958-59
Reservas al 31 de diciembre de 1950, 1953 y 1958 .....	185 593	211 447	254 142
Cambios en las reservas durante 1951, 1954 y 1959			
Ampliaciones y revisiones ...	13 014	4 632	14 923
Descubrimientos en nuevos campos y nuevas existencias en campos antiguos .....	3 039	4 967	5 801
Cambio neto en las existencias de los depósitos subterráneos (bodegas naturales) .....	133	91	161
Producción neta .....	7 967	9 427	12 441
Reservas al 31 de diciembre de 1951, 1954 y 1959 .....	193 811	211 711	262 597
Gas no asociado con petróleo	133 711	146 076	184 170
Gas asociado con petróleo ..	28 721	32 996	44 503
Gas disuelto en el aceite mineral .....	30 845	31 358	32 022
Gas almacenado en depósitos subterráneos .....	474	1 281	1 901

Fuente: U.S. Boureau of mines. Minerals Yearbook.

De 1950 a 1956 las reservas probadas de gas natural en Estados Unidos aumentaron de 185 mil a 238 mil millones de pies cúbicos y la producción ha aumentado de 6 200 millones a 10 800 millones.

Notas al cuadro de las reservas probadas de gas.

El volumen de las reservas es calculado con base a una presión de 14.65 p.s.i.a. y a una temperatura uniforme de 60°F. Los renglones correspondientes a reservas al principio de año (en este caso 31 de diciembre de 1950, 1953 y 1958) y los correspondientes a ampliaciones y revisiones así como los descubrimientos de nuevos campos y las nuevas existencias en campos antiguos, en tales renglones, repetimos, no se incluye el gas que se pierde durante la recuperación de las gasolinas naturales y otros ingredientes licuables.

El resultado neto de las existencias de los depósitos o almacenes subterráneos (generalmente las cavidades de los mismos yacimientos de gas y/o de petróleo) es la diferencia entre el gas almacenado y el reextraído para su venta al mercado, incluyendo los ajustes y el gas nativo proveniente de otros yacimientos.

La producción neta se refiere a la producción bruta del gas extraído menos el gas reinyectado a los yacimientos en explotación, se excluyen los cambios en los almacenes subterráneos, el gas que se pierde durante la recuperación de las gasolinas naturales y de los demás ingredientes licuables o licuificables.

El gas no asociado es el que se localiza en los pozos de gas exclusivamente; el gas asociado es el que se encuentra suspendido en contacto con el petróleo, y el gas disuelto es el que se encuentra íntimamente ligado o disuelto con el petróleo crudo en el yacimiento.

El gas almacenado en los depósitos subterráneos, conforme al cuadro antes mencionado, se refiere al gas existente en el yacimiento incluyendo al nativo y al reinyectado para su uso posterior.

El volumen de petróleo y gas natural que existe en el subsuelo no es ilimitado, ni tan grande como el de carbón —por ejemplo en los Estados Unidos— de tal manera que fuera posible abastecer por varias centurias las necesidades de la industria. Las cantidades de petróleo y gas natural —en mayor grado el primero que el segundo— comercialmente explotables están limitadas a ciertas zonas y a profundidades bien definidas. Inevitablemente llegará el día en que sea más reducida la extensión de nuevas zonas y puede anticiparse que tarde o temprano (el intervalo de tiempo es difícil precisar) se agotará la existencia

de campos nuevos. Probablemente el agotamiento se realice en unos cuantos años, aunque también puede suceder que los descubrimientos de nuevos campos continúen por muchas décadas.

Es tan imprecisa y expuesta a equivocación determinar la edad del agotamiento completo de estas reservas que, por ejemplo, en Estados Unidos hará unos 15 años se predijo que los depósitos de petróleo con reservas probadas no bastarían como las del carbón mineral, para satisfacer las necesidades del país por varios cientos o miles de años, sino que apenas serían suficientes para cubrir las necesidades de unos 15 años, suponiendo que el consumo continuara estacionado en aquellos niveles.

Por otro lado, los adelantos técnicos pueden hacer costear, en el futuro, la extracción de petróleo y gas natural —en mayor grado éste— a mayor profundidades. Esto echaría por tierra cualquier cálculo sobre existencias y reservas basado en determinado método de explotación porque a la postre resultaría anticuado. A lo más que se puede aspirar es a limitar las predicciones sobre reservas, a profundidades que no excedan digamos en el caso del petróleo, de 11 000 ó 15 000 pies; es más, el pronóstico puede concretarse a afirmar simplemente que está muy cercano el fin del petróleo barato pero en cambio el petróleo caro —principalmente en Estados Unidos y otras regiones del mundo igualmente favorecidas— podrá obtenerse del subsuelo por tiempo indefinido; "... Se predice que los descubrimientos futuros en Estados Unidos, serán cada vez más espaciados, en campos más profundos que los que hasta ahora han abastecido a la nación vecina y de explotación más difícil y costosa".<sup>5</sup> En otras palabras, las regiones petroleras con mayor antigüedad de producción enfrentan el problema de que el descubrimiento de nuevos campos así como su explotación exigirán mayores esfuerzos y mayor costo que en una zona relativamente inexplorada como México, por ejemplo.

Las cantidades de gas por descubrirse no se pueden anticipar aún cuando se cree que serán muy cuantiosas. Existen muchas razones para suponer que en el futuro se incrementarán las proporciones de gas o petróleo a mayores profundidades: 1) a una profundidad mayor se encuentran elementos con mayor grado de refinación por las altas temperaturas y los enor-

---

5) Noriega José S. "Influencia de los hidrocarburos en la industrialización de México". Monografías industriales del Banco de México, S. A. 1944.

mes presiones a esos niveles, 2) en los yacimientos localizados a profundidades mayores se encuentran las mayores proporciones de gas por pie cúbico en los espacios de los yacimientos. Debido a los factores de compresibilidad y a la presencia de presiones extremadamente altas en los pozos profundos, un pie cúbico de espacio en un yacimiento a 20 000 pies contiene aproximadamente el doble de gas, medido en la superficie, que el que se encuentra a 5 000 pies.

Cualquiera que sea la causa los hechos demuestran que ha habido un aumento de 4.1/mil pies cúbicos de gas por barril de petróleo de las reservas en 1947-49 a 6.5/mil pies cúbicos por barril en las reservas correspondientes a 1954-1956.

Solamente una fracción del petróleo existente en el subsuelo se puede extraer a la superficie económicamente, y no todo el aceite puesto en la superficie es utilizado de manera económica; en tanto que, en teoría, todo el gas natural es recuperado y utilizado no ocurre lo mismo con el petróleo puesto que en realidad se despillaran enormes cantidades de petróleo que alcanzan la boca de un pozo. En Estados Unidos se ha estimado que únicamente el 25% del petróleo almacenado en los yacimientos reconocidos es lo que llega realmente a la superficie y que en la práctica se pierde el 25% del volumen total de gas producido.

En el caso del gas no es posible basar un cálculo en las últimas reservas partiendo de la iniciación histórica de la producción, como en el caso del petróleo, porque en los orígenes de la industria del gas se desperdiciaban grandes cantidades amén de que había otros volúmenes importantes de consumo imposibles de cuantificar. En otras palabras, no es posible obtener un total acumulado de gas natural producido realmente, con plena seguridad. Por lo tanto cualquier estimación sobre las futuras disponibilidades de gas ha de hacerse mirando hacia adelante.

Es posible estimar una futura disponibilidad de gas restando a las reservas de petróleo recuperable el petróleo producido hasta la fecha y multiplicando el remanente por la razón 6Mcf/Bls. y sumando al resultado las reservas probadas de gas actualmente.

Este método se aplicó por el año de 1956 en Estados Unidos para encontrar la disponibilidad futura de gas, el cual se ilustra a continuación:

	<u>Miles de millones de Brls.</u>
Reservas probadas de petróleo	250
Menos: producción acumulada de petróleo	<u>85</u>
Petróleo por recuperar	164
	<u>Miles de millones de pies<sup>3</sup></u>
Gas por descubrir (164 x 6)	984
Más: reservas actuales de gas	<u>238</u>
Disponibilidad futura	1 222

Basados en estos cálculos predicen una producción máxima de 20 mil millones de pies<sup>3</sup> de gas entre los años de 1980-90. El consumo doméstico en 1956 fué de 10 100 millones de pies<sup>3</sup> y se estima que para 1966 dicho consumo aumente a 16 000 millones incluyendo 800 millones de importación.

En resumen, llegaron a la conclusión en los Estados Unidos, de que la industria del gas natural experimentará un rápido crecimiento bajo una situación de prosperidad ininterrumpida por largo tiempo. Sin embargo reconocen que por lo menos el 80% del gas necesario para ese progreso está por descubrirse a profundidades mayores. Hacen la advertencia de que han terminado para ellos los días de excedentes de gas barato; en adelante, los consumidores habrán de pagar los incrementos en los costos de explotación y de perforación, acordes con márgenes de utilidad suficientes y con cierta libertad de acción que estimule tales actividades.

En el período comprendido entre 1944 y 1949 se perforaron en Estados Unidos a la casualidad 20 478 pozos. Transcurridos siete años se llegó al conocimiento que solamente 1 991 de aquellos pozos resultaron comercialmente productivos. Este es uno de los aspectos que la ley debiera regular a fin de lograr inversiones sanas. Esto conduce a altos costos de exploración en busca de nuevos campos de gas que probablemente no rinden ningún beneficio a los empresarios ni los consumidores reciben las grandes cantidades que se esperan. Esto ha conducido a los industriales del petróleo (grandes y pequeños) a proveerse de la materia prima de proveedores extranjeros: Venezuela, Medio Oriente y el Lejano Oriente; en cambio los industriales del gas natural no pueden ir más allá de México y Canadá para asegurarse un abastecimiento regular de este combustible.

Según las cifras publicadas por la industria petrolera de Alemania Occidental, sobre las reservas mundiales de petróleo, se estima que hay todavía 39 751 millones de toneladas de petróleo bajo la superficie terrestre. Según el informe, corresponden a América del Norte 5 486 millones de toneladas, a América Latina 3 137 millones y al Medio Oriente 24 390 millones. El total de Europa es de 243 millones de toneladas y el de Argelia y el Sahara, de 660 millones de toneladas. Las reservas del Sud Este de Asia, se estiman en 40 millones de toneladas.

### 3.—DE LA PRODUCCION.

La producción de gas natural se halla estrechamente vinculada a la de petróleo por las razones que hemos apuntado al principio de este capítulo. En los trabajos de exploración sobre nuevos descubrimientos petrolíferos se perforan pozos al azar, sin tener la certeza de que vayan a resultar productivos, no sabiendo por lo general si van a dar petróleo, gas o nada. Además, la mayor parte del petróleo del subsuelo contiene gas o se mezcla con él al extraerse.

#### CUADRO No. 3

Producción Mundial de petróleo crudo por continentes  
según años escogidos  
(millones de barriles)

REGIONES	1860		1900		1920		1948	
	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
América del Norte	0.5	100	64.5	43	600.2	87	2 087.4	61
América del Sur	—	—	0.3	(*)	7.1	1	575.7	17
Europa	—	—	80.1	53	39.2	6	260.1	8
Asia	—	—	4.2	4	41.4	6	469.9	13
Africa	—	—	—	—	1.0	1	11.5	(*)
MUNDIAL	0.5	100	149.1	100	688.9	100	3 404.6	100

Fuente: Erich W. Zimmermann. "Recursos e industrias del mundo". México., F.C.E.

(\*) menos de 1%.

La América del Norte (Estados Unidos y Canadá) es la región geográfica que ocupa el primer lugar con un gran porcentaje de la producción total de petróleo y es también la parte del mundo en donde nació esta industria aún joven ya que apenas cuenta con poco más de un siglo de vida. La industria del petróleo se ha desarrollado con una aceleración no igualada por ninguna otra mercancía del comercio mundial.

Canadá y Estados Unidos son hasta ahora los países que integran las cifras de producción de lo que se conoce como América del Norte; pero, no sólo de esta región sino de todo el mundo, los Estados Unidos han venido ocupando un lugar preponderante dentro de esta actividad.<sup>6</sup> Fue precisamente en este país en donde se obtuvieron, comercialmente hablando, las primeras cantidades de petróleo crudo.

La producción petrolera en Estados Unidos se inició en 1857 con 2 000 barriles de petróleo (año también desde el cual se dispone de estadísticas mundiales sobre esta industria) y en 1952 la producción en el mundo ascendía a 6 614 millones de barriles, de los cuales solamente Estados Unidos produjeron 2 449, o sea el 37% del total. Por lo que se ve, este país ha perdido importancia relativa en el mundo: 100% en 1860, 43% en 1900 (cuando Rusia comenzó produciendo petróleo en cantidades considerables), 87% en 1920, 61% en 1948 y 37% en 1958. Esto se debe más bien a que otros países han logrado desarrollar esta industria en los últimos años, contribuyendo todos con fuertes volúmenes de petróleo, tal es el caso, por ejemplo, de Venezuela (951 millones de barriles), la misma Unión Soviética (826), Kuwait (510), Arabia Saudita (370) Iraq (266), Canadá (166), Indonesia (119) y México (94). Todos estos datos se refieren al año de 1958, según puede apreciarse en el Cuadro Número 4. Es muy probable que dentro de poco tiempo haga su entrada triunfal en la industria petrolera una nueva región: el Sahara. Otros países apenas han hecho su entrada en este campo como Colombia, Perú, Argentina, Trinidad, Rumanía y Egipto.

En el mismo cuadro se aprecia un incremento muy notable del renglón "otros países", durante el período comprendido entre

---

6) Solamente hacia fines del siglo pasado Rusia fué el país más importante en la producción de petróleo y sus derivados, cuando todavía esta industria no alcanzaba las cifras tan altas que registro poco después. En la actualidad, la Unión Soviética tiende a sobrepasar la producción de los Estados Unidos de América.

CUADRO No. 4

Producción mundial de petróleo crudo (a) por países,  
según años escogidos  
(millones de barriles)

P A I S E S	1860	1900	1920	1948	1958	1959 *
Canadá	—	0.9	0.2	12.5	165.5	184.8
Estados Unidos	0.5	63.6	442.9	2 016.2	2 449.0	2 574.6
México	—	—	157.1	58.4	99.5	96.4
Argentina	—	—	1.7	23.0	35.8	44.7
Colombia	—	—	—	23.8	46.9	53.6
Perú	—	—	2.8	13.8	18.7	17.7
Trinidad	—	—	2.1	20.7	37.4	40.9
Venezuela	—	—	—	491.4	950.8	1 011.5
Rumanía	—	1.6	7.4	29.2	84.5	85.2
Unión Soviética	—	75.8	25.4	210.0	826.4	945.4
Egipto (R.A.U.)	—	—	1.0	11.4	22.0	21.3
Bahrein	—	—	—	10.8	14.8	16.5
Irán	—	—	12.2	189.8	301.4	344.8
Iraq	—	—	—	22.6	266.1	311.2
Kuwait	—	—	—	46.1	509.7	504.9
Arabia Saudita	—	—	—	142.9	370.5	399.8
Borneo Británico	—	—	1.0	17.5	(n.d.)	(n.d.)
Indonesia	—	2.3	17.5	30.7	118.7	139.0
Otros	—	4.9	17.6	33.8	295.4	335.0
T o t a l:	0.5	149.1	688.9	3 404.6	6 607.9	7 127.3

(n.d.) = no disponible.

Fuente: Hasta 1948, datos seleccionados de "Recursos e Industrias del Mundo" de Erich W. Zimmermann.

Los datos de 1958 y 1959 provienen del Statistical Yearbook, 1960, de las Naciones Unidas. (La conversión de toneladas métricas a barriles se efectuó mediante la fórmula: barriles = toneladas entre peso específico promedio multiplicado por 6.2898).

(a) Incluye aceite de esquistos; se excluye la gasolina natural.

(\*) Cifras preliminares.

1948 y 1958. Ello se debe a ciertos países que si bien se diluyen en el gran total por sus cantidades relativamente pequeñas que producen, sin embargo su ritmo de crecimiento anual es muy fuerte.

El crecimiento de la industria petrolera (y del gas natural) es mucho más acentuado en aquellas regiones del mundo cuyos países han hecho apenas su aparición en esta actividad: América Latina, Asia y Europa —principalmente en Asia— como se puede apreciar por el Cuadro Número 5.

### CUADRO No. 5

#### Índice de la Producción de Petróleo crudo y Gas natural

1953 = 100

AÑO	Mundial	América del Norte	América Latina	Asia: Este y Sud Este	Europa
1938	41	46	38	109	11
1948	72	77	77	163	27
1949	70	73	76	186	35
1950	79	81	87	221	48
1951	90	91	98	161	64
1952	94	95	102	90	79
1953	100	100	100	100	100
1954	104	101	108	111	119
1955	115	109	120	185	141
1956	123	116	136	237	163
1957	126	116	152	294	189
1958	126	109	147	320	203

Fuente: Adaptado del Statistical Yearbook, 1959, de las Naciones Unidas.

En el Cuadro Número 6 se puede apreciar la importancia de la producción de petróleo y gas natural dentro del índice de producción industrial en el mundo y por regiones geográficas que se indican. Este índice se reconstruye con datos que al respecto se dispone de los países miembros del organismo internacional conocido con el nombre de Naciones Unidas. En tal índice se excluyen las actividades de la construcción y la producción de gas manufacturado y energía eléctrica precisamente por la falta de datos correspondientes de varios países.

Cuadro No. 6

Importancia de la producción de petróleo y gas natural, dentro del índice de producción industrial en el mundo, por regiones geográficas, 1948 y 1953 1

CONCEPTOS	MUNDIAL (3)	AMERICA DEL NORTE (3)	AMERICA LATINA (4)	ASIA: ESTE Y SUDESTE (5)	EUROPA (2)	OTROS
1948						
Minería (Industrias Extractivas)	10.0	(10.9)	(21.3)	(13.6)	(7.8)	—
Carbón	2.7	( 2.4)	( 0.5)	( 4.9)	(6.0)	—
Metales	1.8	( 1.3)	( 5.3)	( 2.6)	(0.6)	—
Petróleo y gas natural	4.4	( 6.3)	(14.3)	( 5.2)	(0.1)	—
Otras	1.1	( 0.9)	( 1.2)	( 0.9)	(1.1)	—
Industrias de Transformación	90.0	(89.1)	(78.7)	(86.4)	(92.2)	—
Total Producción Industrial	100.0	55.0	4.0	4.5	32.6	3.9
1953						
Minería (Industrias Extractivas)	10.9	( 8.7)	(22.5)	(12.0)	(7.5)	—
Carbón	3.6	( 1.2)	( 0.4)	( 5.4)	(5.3)	—
Metales	1.6	( 1.1)	( 6.1)	( 3.4)	(0.8)	—
Petróleo y gas natural	4.7	( 5.4)	(15.1)	( 2.3)	(0.3)	—
Otras	1.0	( 1.0)	( 0.9)	( 0.9)	(1.1)	—
Industria de Transformación	89.1	(91.3)	(77.5)	(88.0)	(92.5)	—
Total Producción Industrial	100.0	56.6	4.6	4.1	31.6	3.1

Fuente: Adapto del Statistical Yearbook, 1959, publicado por las Naciones Unidas.

Con excepción de Europa, la producción de petróleo y gas natural es la más importante, relativamente, dentro de las industrias extractivas de la minería en todas las regiones consideradas, pero de manera especial en la América Latina y en la América del Norte; sin embargo, en la América Latina la industria de transformación no se halla tan desarrollada como en la región que en este caso se denomina América del Norte (Estados Unidos y Canadá), y tal situación se acentúa en 1953, con respecto a 1948; en otras palabras, mientras que en Estados Unidos la importancia de la industria de transformación aumentó de 89.1% del total del índice de producción industrial en 1948 a 91.3% en 1953, en la América Latina la industria de transformación sufrió un demérito bajando de 78.7% en 1948 a 77.5% en 1953, en tanto que la minería extractiva gana el terreno perdido por la industria de transformación: de 21.3% a 22.5% en los años mencionados.

Puede deducirse también del cuadro No. 6 que en Europa se carece de petróleo y gas natural y que en términos generales la minería extractiva está determinada casi exclusivamente por la producción de carbón de piedra y, en consecuencia, su índice de producción industrial está enormemente determinado por las actividades de la industria manufacturera.

Otra cosa que se observa en el cuadro No. 6 es el hecho de que en lo que se denominó "Asia Este y Sudeste" ha perdido importancia en 1953 su producción de petróleo y gas natural; en cambio la industria de transformación ganó algunos puntos así como cobró alguna importancia la producción de carbón mineral.

En el mundo integrado por las regiones que se indican en el mismo cuadro No. 6 la producción industrial de América del Norte, ocupa una ponderación de 55.0% en 1948 y de 56.6% en 1953; le sigue Europa con 32.6% y 31.6% respectivamente; la América Latina apenas representa respectivamente el 4.0% y 4.6% y el ligero aumento parece deberse a las industrias extractivas mineras tanto de metales como de petróleo y gas natural; Asia pierde algo de importancia dentro del índice mundial, por la baja de su producción de petróleo y gas natural (de 5.2% a 2.3% de su propio índice) que no se logra compensar por la producción de carbón que aumentó de 4.9 a 5.4%.

## NOTAS AL CUADRO No. 6

1.—Las cifras entre paréntesis indican las ponderaciones de las actividades dentro de cada región; las cifras sin paréntesis

sis corresponden a la ponderación de las regiones, consideradas en función de la importancia de sus respectivos productos industriales, o sea de sus respectivos volúmenes de producción industrial.

2.—Se excluyen Albania, Bulgaria, Checoslovaquia, Alemania Oriental, Hungría, Polonia, Rumanía y la URSS.

3.—Canadá y Estados Unidos.

4.—América del Centro, Sud América e Islas del Caribe (en la región de América del Centro queda comprendido México).

5.—Comprende Afganistán, Brunei, Burma, Ceylán, China (Taiwan), Federación Malaya y Singapur, Hong Kong, India, Indochina, Irán, Japón, Pakistán, Filipinas, República de Corea, República de Vietnam, Sarawak y Taylandia.

La razón principal que nos animó a desviarnos por un momento de nuestro tema principal, o sea el gas natural, es la de puntualizar de una vez por todas que si bien es cierto que un país petrolero necesariamente cuenta con reservas de gas natural no quiere decir que es necesariamente un productor de gas natural, debido fundamentalmente a que en la práctica se trata, en la actualidad, de dos industrias con características propias. Así pues, no es de extrañar que encontremos países que siendo petroleros no aparezcan como productores —y menos consumidores— de gas natural. Tal cosa indicaría a priori que tales países no están haciendo el mejor uso de sus recursos naturales.

Volviendo pues a nuestro tema veremos lo que sucede en el mundo en cuanto a la industria del gas natural. En primer lugar debemos reconocer que en esta industria, más que en ninguna otra, es difícil comprender todo el fenómeno en todo el mundo. El alto grado de relatividad que concedemos en esta producción radica en el hecho principal de que no se puede conocer con exactitud toda la cantidad de gas que aflora a la superficie porque una gran cantidad de gas de petróleo se pierde al dejarlo difundirse en el aire o al quemarlo y este volumen es difícil de cuantificar; por otro lado, tampoco se llevan registros sobre todo el gas que usan en sus operaciones mecánicas las industrias del petróleo y la del gas.

Aún cuando la producción de gas de petróleo es tan antigua como la misma industria del aceite (mucho después apareció la industria del gas natural de los pozos que lo contienen exclusi-

vamente) las estadísticas de producción —excepción hecha de Estados Unidos— no pueden ir más atrás de 1940, hablando en términos de magnitudes considerables. Los propios Estados Unidos registraron en 1906 una producción vendida de gas natural del orden de los 11 300 millones de metros cúbicos y en 1947 tal cifra había aumentado hasta alcanzar el nivel de 125 000 millones de metros cúbicos.

El cuadro No. 7 nos muestra la producción del gas natural en el mundo, y aunque en cierta forma las cantidades no sean comparables en el tiempo y en el espacio, por las aclaraciones que se hacen al pie del mismo cuadro, en términos generales si nos ayuda a establecer algunas conclusiones importantes: a) la producción de gas natural se confina a unos cuantos países del globo terráqueo, destacándose cuatro países como los principales productores: Estados Unidos, Rusia, Canadá y Rumanía; b) Estados Unidos es el único país que históricamente y por el mayor volumen de su producción ocupa el primerísimo lugar en esta actividad —94% de la producción total en 1948, 91% en 1950 y 81% en 1958—; c) el gran incremento del renglón "otros países" en 1958 con respecto al año inmediato anterior nos indica que ciertos países acaban de ingresar en esta actividad industrial; y d) es indudable que esta industria se extenderá a las demás regiones petroleras del orbe dándosele a este elemento natural el mejor aprovechamiento posible.

Las estadísticas oficiales de producción de gas natural de los Estados Unidos recopiladas por el **Boureau Of Mines** cubren solamente la parte que sale al mercado desde 1906, pero sólo a partir de 1935 es cuando se presentan cifras adicionales que incluyen las cantidades reinyectadas a los yacimientos, las pérdidas y desperdicios, los volúmenes de gas aplicado a las necesidades de los campos de petróleo y gas respectivamente. Un ejemplo de los renglones que se incluyen en estos cuadros estadísticos, para el año de 1947, es el siguiente:

Cuadro No. 7  
**PRODUCCION MUNDIAL DE GAS NATURAL**

Millones de M<sup>3</sup>

Países	1948	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
Estados Unidos	145 776	177 889	211 170	226 917	237 775	247 563	266 331	285 490	302 433	312 344
URSS	...	5 761	6 252	6 384	6 868	7 511	8 981	12 067	18 583	28 084
Canadá	1 659	1 921	2 250	2 511	2 860	3 419	4 269	4 790	6 230	9 571
Rumanía (1)	2 346	3 243	4 044	4 952	5 595	5 826	6 169	6 756	7 297	8 313
México (1)	1 248	1 793	2 523	2 704	2 714	2 759	3 482	3 544	4 643	5 999
Italia	117	510	966	1 433	2 280	2 967	3 627	4 465	4 987	5 182
Venezuela	1 177	1 117	1 440	1 752	2 172	2 448	2 748	2 994	3 624	3 931
Indonesia (1)	369	791	785	1 069	1 366	1 582	1 908	2 015	2 168	2 084
Argentina	605	754	829	897	931	984	1 059	1 148	1 414	1 651
Checoslovaquia	...	19	...	...	168	172	173	274	772	1 246
Francia	174	246	282	266	244	259	266	319	561	1 054
Suma países con- siderados	153 461	194 051	230 541	248 885	262 973	275 492	299 013	323 872	352 712	369 462
Otros países	1 730	2 244	1 392	2 252	2 812	3 250	3 692	4 251	4 516	15 136
<b>T O T A L</b>	<b>155 191</b>	<b>196 295</b>	<b>232 933</b>	<b>251 137</b>	<b>265 785</b>	<b>278 742</b>	<b>302 705</b>	<b>328 123</b>	<b>357 228</b>	<b>384 598</b>

(1) Se incluyen el gas reinyectado y el desperdiciado.

NOTA: Los datos comprenden, hasta donde es posible el gas natural recuperado realmente y que se utiliza como combustible o materia prima. Por lo tanto, se excluye el gas reinyectado para mantener la presión de los pozos petroleros así como el que se pierde en la atmósfera o se quema, ya sea que se haya o no procesado previamente para extraerle la gasolina. Las cifras se refieren a gases cuyo poder calorífico varía entre 8 000 y 10 000 kilocalorías por metro cúbico.

FUENTE: Naciones Unidas. Statistical Yearbook, 1959.

## CUADRO No. 8

### Producción de Gas Natural en los Estados Unidos 1947

CONCEPTOS	Miles de millones de pies cúbicos
<b>PRODUCCION BRUTA DE GAS NATURAL</b>	
Pozos de gas	3 770
Pozos de petróleo	2 963
<b>Total</b>	<b>6 733</b>
Menos: Gas reinyectado a la formación	1 083
<b>Producción neta</b>	<b>5 651</b>
Menos: Pérdidas y desperdicios	1 196
<b>Producción vendida (incluyendo usos en los campos petroleros)</b>	<b>4 445</b>
Menos: Usos en los campos petro- leros)	1 083
<b>PRODUCCION VENDIDA NETA</b>	<b>3 362</b>

En los últimos años, digamos a partir de 1948, las estadísticas de producción de gas natural sufren algunas modificaciones en su presentación y en la terminología usada, pero básicamente siguen los grandes lineamientos de antes e 1947, como puede apreciarse en seguida:

## CUADRO No. 9

### Producción de Gas Natural en los Estados Unidos —miles de millones de pies cúbicos—

Conceptos	1947	1950	1954	1958
Pozos de gas	3 770	3 603	7 466	9 154
Pozos de petróleo	2 963	2 876	3 519	3 992
Producción bruta	6 773	8 480	10 985	13 146
Producción al mercado	4 445	6 282	8 743	11 030
Gas reinyectado a la formación	1 083	1 397	1 519	1 483
Gas liberado y desperdiciado	1 196	801	724	633

Fuente: U.S. Bureau of Mines. Minerals Yearbook.

También se compilan en este país datos estadísticos sobre el gas proveniente de los llamados "almacenes" o grandes depósitos subterráneos a los cuales se introdujo aquel gas natural previamente procesado en las plantas de circulación o de absorción para extraerle sus ingredientes licuables y al cual se le denomina "gas reextraído" que sumado a la "producción al mercado" más la importación determinan la "oferta total" en el país. Otras estadísticas sobre la composición de la demanda total y del valor de la producción y precios promedios se presentan con mayor claridad en cuadros especiales como el que se inserta a continuación:

**CUADRO No. 10**  
**Estadísticas básicas sobre la Industria del Gas**  
**Natural en Estados Unidos**  
(miles de millones de pies cúbicos)

CONCEPTOS	1947	1950	1954	1959
<b>Oferta</b>				
Producción al mercado	4 582	6 282	8 743	11 030
Gas reextraído	87	175	330	621
Importación	—	—	7	136
Oferta total .....	4 669	6 457	9 080	11 787
<b>Demanda</b>				
Consumo	4 427	6 026	8 403	10 761
Exportación	18	26	29	39
Almacenado en los campos	96	230	432	704
Férridas en Transportes, etc.	128	175	216	283
Total dispuesto .....	4 669	6 457	9 080	11 787
Valor de la producción en los pozos (millones de dólares).	274.7	408.5	882.5	1 317.5
Precio promedio por millar de pies cúbicos (en cvs. de Dlr.)	6.0	6.5	10.1	11.9

Fuente: U.S. Bureau of Mines, Minerals Yearbook.

La producción de gas natural proveniente de los pozos de gas representó en 1947 el 57% de la producción total bruta de los Estados Unidos aumentando este porcentaje a 68% en 1954; la producción de gas natural proveniente de los pozos de petróleo ha disminuído en importancia.

Es interesante observar una tendencia a inyectar mayores cantidades de gas a la formación, a los yacimientos, lo cual es benéfico dentro de esta industria porque ello demuestra que se sigue una explotación más científica de los campos petroleros aumentando el volumen de las operaciones en los procesos de circulación.

Por otra parte se observa también una tendencia a la disminución de las cantidades de gas que se pierden o desperdician quemándolo o liberándolo en la atmósfera, gracias a la existencia de leyes especiales de conservación las cuales reconocen el desperdicio sólo cuando sea inevitable económicamente.

La disminución del desperdicio se halla en consonancia con la tendencia decididamente ascendente de los precios, lo que demuestra la conveniencia en estas circunstancias de recuperar las mayores cantidades de gas natural.

#### 4.—DE LOS GASODUCTOS.

El único medio factible de transportar el gas natural típico (gas seco) es mediante unos sistemas de tuberías que se han dado en llamar gasoductos. A semejanza de los oleoductos y de las líneas de transmisión de la energía eléctrica, los gasoductos son conductores de un producto específico y su existencia desde el punto de vista de los ingresos depende de una industria y de una mercancía. Es incuestionable que el control de este medio insustituible de poner el gas natural disponible en contacto con el mercado deba estar íntimamente relacionado con el aspecto de los recursos naturales. Los gasoductos constituyen o pueden llegar a constituir los llamados 'cuellos de botella' de estos recursos y aún de la misma industria del gas natural, y por lo tanto se estima que la única forma de controlar esta producción es al través del control del transporte que, a su vez, hace posible el control de los precios tanto de los de productor en los mismos campos como los del consumidor final.

En Estados Unidos la mayoría de las empresas petroleras son productores importantes de gas natural, pero no lo transportan en sus propios gasoductos al través de uno o más Estados de la Unión; algunas empresas de servicio público de suministro de gas se hallan integradas para producir, comprar y transportar gas natural y casi siempre controlan la distribución de considerables volúmenes de venta; varias de estas empresas de servicio público se hallan más o menos ligadas por intereses financieros como accionistas.

Con el fin de atender el suministro de gas donde y cuando lo requiere el consumidor final, los negociantes responsables en gasoductos procuran el control positivo de las fuentes de abastecimiento de este recurso especialmente si se trata de una economía de libre empresa. En tales circunstancias, en la actualidad, y con muy pocas excepciones, todas las empresas de gasoductos troncales son propietarias directa o indirectamente del gas natural que distribuyen en sus terminales. En consecuencia, estas empresas son responsables de la transportación del gas, de sus cantidades y de su continuidad en el suministro; se hacen cargo de atender a las variaciones considerables en los volúmenes de gas que demanda el consumidor durante las 24 horas del día, y las cuatro estaciones del año.

En los grandes centros de consumo de gas natural que utilizan grandes cantidades de este combustible para sistema de calefacción de edificios así como para los usos domésticos y otros fines comerciales e industriales, lo extremo de las condiciones climáticas originan demandas máximas hasta seis veces mayores que las mínimas diarias, y son aún mayores las fluctuaciones de las variaciones durante el día.

El dominio económico mediante el control de transporte es el más sencillo y el que tiene mayor probabilidad de realizarse más completamente en el caso del gas natural que en el del petróleo, porque en el caso del gas el único medio de transporte es por tuberías y porque el gas natural, excepto cuando debe pasar primero por determinados procesos de separación de algunos ingredientes, es distribuido directamente del mismo yacimiento a líneas troncales de gasoductos y de allí por otras líneas pequeñas a los últimos consumidores. Además, no es posible almacenar grandes cantidades de este producto para ningún lapso mayor de abastecimiento.

Los gasoductos representan inversiones fijas cuantiosas y solamente se realizan si se hallan respaldadas por reservas de magnitudes correspondientes. La propiedad y operación de gasoductos implican muchos riesgos y dificultades, especialmente tratándose de gasoductos interestatales de gran recorrido. Sus gastos de operación son un factor pequeño del costo, en consecuencia el costo por unidad disminuye a medida que aumenta el factor de capacidad (factor de carga), o sea cuando aumenta la relación entre la capacidad utilizada y la total. Generalmente, se puede y es aconsejable, aplicar tarifas relativamente bajas al servicio de transporte del gas en tuberías aunque tenga que transportarse a grandes distancias desde los yacimientos hasta el lugar en que sea útil, dado que existen amplios márgenes de ganancias.

Un gasoducto para que sea productivo tiene que operar a un factor de carga anual de 70%. Los costos de operación de un gasoducto son muy variables.

Los problemas económicos más importantes con los cuales se enfrentan los gasoductos son:

1. El volumen y duración del campo de gas en relación con con una longitud razonable del gasoducto.
- 2). La existencia de una demanda suficiente para utilizar los equipos y facilidades a un factor de carga apropiado durante la vida del gasoducto.
- 3). La certeza de que los yacimientos tienen que agotarse en un tiempo más o menos definido y convertir el gasoducto en algo inútil plantea la necesidad de fijar tasas de amortización y depreciación por abajo de la vida física de los equipos e instalaciones.

Para los operadores de un gasoducto, principalmente en una economía de libre empresa, el problema del mercado es muy complejo porque éste varía de acuerdo con el uso final a que se destina el gas. Las ventas de gas a consumidores domésticos individuales, especialmente para calefacción, presenta ciertas dificultades que provienen fundamentalmente de que tales ventas se encuentran reguladas por la legislación de empresas de servicio público a las cuales se obliga para que las necesidades del público se satisfagan de acuerdo con la demanda, que es muy estacional en aquellas zonas climáticas extremas. Sin embargo, las altas tarifas que se pueden aplicar a esta clase de consumidores hacen atractiva la venta de gas para estos fines.

En vista de que una demanda estacional origina un factor de carga bajo en la operación de un gasoducto, con muchas zonas de mínimos, especialmente en los meses de verano (nos estamos refiriendo al mercado para el gas natural seco, en una economía altamente desarrollada), en tales casos se recurre a la búsqueda de mercados suplementarios. Estos mercados están constituidos en primer lugar por aquellas industrias que están dispuestas a suscribir contratos por servicios intermitentes, (es decir, que se reservan los operadores del gasoducto el derecho de interrumpir el servicio cuando el gas se necesite para proveer a los consumidores domésticos); el segundo tipo de industrias que constituyen un mercado suplementario está dado por aquellas que tienen una demanda máxima en las estaciones de verano, que son las que corresponden con los mínimos en la demanda doméstica. Por su parte a los mercados suplementarios los atrae el incentivo de tarifas bajas, ya que en tales circunstancias el operador del gasoducto está dispuesto a reducir las tarifas hasta por debajo del costo a cambio de mantener un factor de carga satisfactorio.

Si el operador de un gasoducto no está dispuesto a reducir las tarifas, opta por el almacenamiento, en el caso que existan campos de gas natural abandonados y puedan usarse para esos fines, aún cuando este expediente es utilizado rara vez por las dificultades de orden práctico y técnico que tal medida implica.

En ocasiones, los vendedores de gas natural adquieren plantas locales productoras de gas manufacturado a fin de utilizarlo como complemento en los períodos de gran demanda. En algunos países, y este es el caso de México, la falta de gasoductos origina el comercio del gas natural licuado y que se transporta embotellado en cilindros o tanques de acero, como substitutivo del gas natural seco combustible.

Representa un gran inconveniente para el bienestar general el hecho de que un gran centro consumidor se halle a expensas de un solo gasoducto troncal que abarca grandes distancias; en tal caso se acentúan los riesgos de una competencia desleal de parte de los negociantes en otros tipos de combustibles. El gobierno de los Estados Unidos resolvió este problema con el mantenimiento de los sistemas de suministro de gas manufacturado existentes para que se hicieran cargo del servicio cuando el gasoducto sufriera interrupciones por contingencias naturales o por actos provocados tendientes a producir averías en los gasoductos.

Tales medidas de seguridad coincidieron con los deseos de los industriales de gas manufacturado que vieron así la esperanza de continuar operando sus instalaciones hasta recuperar completamente sus inversiones amenazadas por la introducción del gas natural. Esta fué una de las razones por las que los consumidores no lograron reducciones apreciables en las tarifas del servicio durante mucho tiempo.

## 5.—DE LOS USOS DEL GAS NATURAL.

Las fuentes actuales de energía convenientes y económicas son el petróleo, el gas natural, el carbón y la fuerza hidroeléctrica. Esta última —también un recurso renovable o circulante— es muy probable que aumente verdaderamente en importancia.

La importancia relativa de las distintas fuentes de energía (petróleo, gas natural, carbón de piedra, madera y fuerza hidráulica) sólo puede estimarse a grandes rasgos. Por otra parte, resulta imposible precisar la totalidad de la producción de elementos que suministran energía, lo cual se refuerza por el hecho de que la eficiencia del empleo de cada uno de ellos varía mucho según la época y el lugar.

### CUADRO No. 11

Importancia relativa de las fuentes de calor y energía del mundo  
(porcentajes)

Años	Carbón y lignito	Petróleo	Gas natural	Leña	Energía hidráulica
1913	74.1	4.5	1.4	17.6	2.4
1935	60.3	16.5	3.8	12.8	6.6
1948	54.8	24.6	7.3	7.2	6.1

Fuente: "Recursos e Industrias del Mundo". Erich W. Zimmermann, Mex. F.C.E.

Los países europeos dependen del carbón mineral para abastecerse de casi el 90% de sus necesidades de energía mecánica; en cambio la producción de petróleo y de su combustible geme-

lo, el gas natural, ha sido en los Estados Unidos similar a la de carbón, en términos de equivalencia térmica; y en el suministro total de energía de aquel país la contribución del petróleo y del gas tiende a ser mayor que la del carbón.

De todas las fuentes de calor y de energía mecánica la producción de gas natural, es la que está aumentando más rápidamente. Los índices de combustibles, de 1947 son como sigue: (1918 = 100).

Gas natural .....	617
Petróleo Nat. (producido en EE.UU.) .....	521
Petróleo importado .....	264
Energía hidráulica .....	203
Carbón bituminoso .....	109
Antracita y lignito .....	58
Todos los carbones .....	101

En Estados Unidos el petróleo y el gas natural han invadido el campo de la calefacción doméstica y comercial y es en estos campos en los que se consumen mayores cantidades de estos combustibles. En el ramo de los transportes el petróleo y el gas natural han desplazado en forma notable al carbón mineral. Las marinas mercantes consumen grandes cantidades de petróleo que ha desplazado al carbón a partir de la segunda década del presente siglo. Es muy frecuente el uso del petróleo en las locomotoras por su mayor eficiencia térmica y otras ventajas secundarias que compensan con exceso el costo inicial del motor y el precio mayor del petróleo. El carbón no tiene aplicación en los automóviles y aviones los cuales dependen de combustibles más eficientes que se obtienen del petróleo como son por ejemplo gasolina y diesel.

El gas natural todavía no es adecuado, por razones mecánicas como combustible para medios de transporte: automóviles, aviones, barcos, locomotoras. Es por esta razón que no se le puede considerar como un competidor del petróleo en su principal mercado; sin embargo puede convertirse el gas natural en un serio competidor del petróleo crudo en el momento que sea más económico transformar el gas natural en gasolina, lo cual traería sin lugar a duda "una era de prosperidad para ambas industrias estableciéndose una división de funciones entre los dos hidrocarburos hermanos: el líquido y el gaseoso".

El gas natural se usa como un combustible que genera calor y energía motriz y también como una materia prima en la manufactura de productos químicos, en la manufactura de gas, para el enriquecimiento de otros gases, como solvente en algunos métodos de extracción; sirve también como base en la elaboración de productos químicos orgánicos. Se emplea también como iluminante, aunque en escala muy reducida.

Como fuente de calor se consumen grandes cantidades de gas natural, es decir, es para este fin que se consumen las mayores cantidades en comparación con los otros usos económicos que se hacen de este combustible. Son los hogares domésticos y establecimientos comerciales sus principales consumidores en las cocinas y sistemas de calentamiento de agua y acondicionamiento de aire; como fuente de energía motriz tiene aplicaciones en múltiples máquinas de combustión interna que se emplean en las industrias productoras de bienes y servicios; también como fuente de energía se emplea en forma indirecta, un tanto limitada, en automóviles para el transporte de personas y mercancías; en los países altamente desarrollados se consumen grandes cantidades de gas natural como materia prima en la industria de productos químicos; y finalmente, es también en estos países en los que tiene un gran empleo este elemento como material básico para el desarrollo de la petroquímica, industria ésta que tiene una gran importancia actual y con enormes posibilidades de adelantos futuros.

El gas natural se usó por primera vez en Fredonia, N. York, el año de 1821, y, muy pronto se convirtió, en los Estados Unidos, en un poderoso rival del gas artificial o gas manufacturado; en algunos lugares de aquel país llegó a desplazar no solamente al gas artificial sino también al carbón mineral. De cualquier modo, es un hecho que solamente una parte del gas natural entregado al mercado compite o desplace al carbón —donde lo hay— puesto que ambos difieren mucho en sus usos. El gas natural compite con la electricidad, especialmente en las fábricas.

La característica principal del consumo del gas natural es su concentración en:

- a) Ciertas regiones geográficas.
- b) Ciertas clases de industrias.
- c) En número relativamente pequeño de plantas industriales individuales.

En las operaciones de los campos de gas y de petróleo se emplea una gran cantidad del gas natural puesto en el mercado en los Estados Unidos, lo cual explica muy bien la concentración geográfica del consumo en las regiones productoras de gas.

En gran medida la composición del consumo es resultado de la distribución geográfica de la red de gasoductos que determinan en mayor o menor grado la venta del gas natural. A medida que se extiende y cambia la red de gasoductos cambia también la estructura de las ventas con todas sus consecuencias.

## CUADRO No. 12

### Principales consumidores de gas natural en 1945 y 1946, en E.U.

U S O .	1945	1946	1945 1946	
	miles de millones de pies cúbicos		porcentaje del total	
<b>INDUSTRIA</b>				
Oper. de los campos petroleros y de gas	917	960	23.5	23.6
Producción de negro de humo	432	478	11.1	11.7
Refinación de Petróleo	338	355	8.7	8.7
Cías. de servicio eléctrico	326	307	8.3	7.5
Fábricas de cemento	39	58	1.0	1.4
Otros consumidores industriales	1 010	1 032	25.9	25.3
<b>TOTAL INDUSTRIAL</b>	<b>3 062</b>	<b>3 190</b>	<b>78.5</b>	<b>78.2</b>
<b>RESIDENCIAL</b>	608	650	15.6	16.0
<b>COMERCIAL</b>	230	237	5.9	5.8
<b>CONSUMO TOTAL EN EE.UU.</b>	<b>3 900</b>	<b>4 077</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: "Recursos e Industrias del Mundo", de Erich W. Zimmermann.

La tendencia del consumo doméstico y comercial es a la baja si se compara el porcentaje que representaba en Estados Unidos dicho consumo del total de consumidores: 36% en 1920 contra 21.5 en 1945.

Cuadro No. 13  
CONSUMO DE GAS NATURAL EN LOS ESTADOS UNIDOS

CONCEPTOS	1 9 4 5			1 9 5 0			1 9 5 4			1 9 5 8		
	C	V	Pm	C	V	Pm	C	V	Pm	C	V	Pm
<b>Consumo Industrial</b>												
Operaciones de los campos petroleros y de gas	917	...	...	1 187	73	...	1 457	121	...	1 604	185	11.5
Producción de negro de humo	432	...	...	411	20	4.8	251	18	6.9	211	18	8.5
Como combustible en:												
refinerías de petróleo	338	...	...	455	...	...	563	...	...	682	...	...
Fábrica de cemento	39	...	...	97	...	...	125	...	...	...	...	...
Gasoductos	...	...	...	126	...	...	231	...	...	312	...	...
Otros consumidores industriales	1 336	...	...	2 164	...	...	3 296	...	...	4 365	...	...
Total de combustible industrial	1 713	...	...	2 842	500	17.6	4 216	996	23.6	5 359	1 494	27.8
Total de consumo industrial	3 062	...	...	4 440	593	13.4	5 924	1 134	19.2	7 175	1 697	23.6
Residencial	608	...	...	1 198	826	69.0	1 894	1 692	89.3	2 714	2 665	98.2
Comercial	230	...	...	388	184	47.6	585	378	64.7	872	606	69.5
Gran Total	3 900	...	...	6 026	1 603	...	8 403	3 204	...	10 761	4 968	...

C = Cantidad, en miles de millones de pies cúbicos.

V = Valor, en millones de dólares, en los lugares de consumo.

Pm = Precio medio, en centavos de dólar por cada mil pies cúbicos, en los lugares de consumo.

Nota: El gas natural utilizado en la generación de energía eléctrica se incluye en "otros consumidores industriales".

Fuente: U. S. Bureau of Mines. Mineral Yearbook, 1958 y 1959.

Sin embargo, lo elevado de las tarifas que se aplican a los consumidores domésticos en relación con la tarifa promedio determina que un alto porcentaje de los ingresos totales proceda de las ventas de gas a este tipo de consumidores. La tendencia del consumo industrial es hacia el alza, el consumo en las operaciones de campos petroleros y de gas ha disminuido un poco; la industria del negro de humo ha duplicado su consumo y las empresas eléctricas día a día consumen mayores cantidades de gas natural para generar energía eléctrica.

El Cuadro No. 13 sobre el consumo de gas natural en los Estados Unidos es más actualizado y presenta una mejor clasificación de los diversos tipos de consumidores, siendo complementario del que se relaciona con los principales consumidores de gas natural en 1945 y 1946 (Cuadro No. 12).

El petróleo y el gas natural se utilizan en la producción de energía eléctrica<sup>7</sup> aunque su empleo para estos fines depende de la distribución geográfica de ambos combustibles. La utilización del gas se confina a las regiones que lo contienen en tanto que el petróleo se usa para producir energía eléctrica en regiones muy alejadas de las fuentes del mismo en virtud de que este último puede transportarse en carros-tanques (aunque no a un precio tan barato como en oleoducto) y, lo que es todavía más importante allende el mar por medio de buques-tanque a precios muy bajos.

Otra limitación del uso del petróleo y del gas natural para la generación de energía eléctrica la constituye la fuerte presión presentada por las demandas para otros fines de la relativamente limitada cantidad disponible dado que ambos productos son especialmente adecuados para usos distintos a la producción de electricidad. Estos combustibles se utilizan para estos fines sólo en circunstancias especiales. El caso más frecuente de utilización del gas natural para la generación de fuerza eléctrica es el de regiones que lo contienen y en las cuales se obtiene más gas (lo mismo de pozos de gas que de petróleo) del que la región consume para otros usos o del que puede ser transportado fuera de la misma mediante los gasoductos disponibles, lo que permite obtener electricidad barata.

---

7) La electricidad no es una fuente primaria de energía pues es generada mediante el uso del carbón, de derivados de petróleo, caídas de agua y reacciones nucleares. Se trata, pues, de una forma intermedia de energía aunque muy útil.

En escala mundial, sólo el carbón y la energía hidráulica constituyen fuentes importantes de electricidad.

En los Estados Unidos, por el año de 1950, del 15 al 20% del carbón, más del 2% del petróleo y el 10% del gas natural producidos y de hecho toda el agua utilizada con fines energéticos, se convertían en electricidad.

Entre los combustibles poco usados en la generación de energía eléctrica mundial figuran el lignito y la turba los cuales se aprovechan en regiones cercanas a los yacimientos ya que su poder calorífico, comparado con el del carbón es tan bajo que los costos de transporte por unidad de energía producida, resultan excesivos.

Las materias primas derivadas directamente del tratamiento del petróleo o del gas natural y que ofrecen un campo promisorio para su explotación, es el constituido por el coque de petróleo, el ácido sulfhídrico y el propileno. El ácido sulfhídrico es el que tiene una relación más íntima con la explotación del gas natural y el que lógicamente tiene que aprovecharse para la recuperación de azufre a fin de no ser quemado en la atmósfera, ya que de cualquier forma debe separarse del gas natural.

El uso del gas natural en la industria química reviste un interés notable especialmente para la obtención de productos sintéticos. Todos los gases se pueden manipular químicamente y hacerlos que rindan productos con un valor adicional considerablemente mayor al que se obtiene cuando se les utiliza como combustibles. Sólo que para obtener estos nuevos valores se requiere de inversiones muy cuantiosas y la aplicación de mucha fuerza de trabajo por lo que el rendimiento de estos productos en el mercado depende de la oferta y la demanda. La transformación del gas natural en productos químicos, como todos los procesos de esta naturaleza, representa no sólo un problema técnico, sino también un problema económico que depende de costos, precios y utilidades.

La petroquímica abre un campo muy importante de industrialización tanto para el petróleo como para el gas natural. Se trata de una rama de la industria química. El número de los diferentes compuestos químicos se puede estimar en 3 000 o 5 000 y no hay señales de que se haya llegado a un límite.

Los productos químicos derivados del petróleo se comenzaron a elaborar en los Estados Unidos en la década de los veinte; sin embargo, esta industria alcanzó un desarrollo apreciable hasta diez años después de su inicio cuando fueron introducidos los procesos comerciales para transformar las fracciones del petróleo o del gas en derivados químicos. Esta rama industrial tuvo una expansión muy rápida durante la guerra. En otros países se establecieron las plantas encargadas de la petroquímica en los períodos postbélicos principalmente en aquellas regiones que no poseen yacimientos propios de petróleo y gas de alguna importancia.

Una gran ventaja de la petroquímica es la de que sus materiales básicos consisten en gran medida de desperdicios, o sea de aquellas sustancias que son inevitablemente superfluas e imposible de ser usadas para otros propósitos y que se producen en el curso de la refinación del petróleo. Conviene sin embargo hacer notar que la proporción de estos desperdicios está tendiendo a disminuir y se están utilizando cada vez más el gas natural y también otras fracciones del petróleo.

Si las materias primas se pueden obtener a precios bastante bajos, por otro lado son de gran consideración las inversiones requeridas en plantas y equipo. La producción óptima sólo puede ser alcanzada por grandes empresas integradas vertical y horizontalmente capaces de consumir el total de las materias primas que se producen en los diversos procesos.

En Estados Unidos la petroquímica ha registrado una formidable expansión en comparación con el estado que guardaba ésta en otros países como Francia, Italia y Holanda, que han logrado a la fecha avances considerables. Sin embargo, esta rama ofrece notables posibilidades, aun en los mismos Estados Unidos, y cuenta con sobresalientes perspectivas de crecimiento.

## 6.—DE LA LEGISLACION.

En Estados Unidos la producción y la recolección de gas natural lo mismo que la producción y el transporte interestatal del petróleo se hallan bajo la reglamentación del Estado. El transporte interestatal del gas natural se ha declarado una función de utilidad pública controlada por el Gobierno Federal de acuerdo con la "Natural Gas Act" de 1938.

En ocasiones se exceptúa del control federal a la producción y a la recolección del gas natural y esas funciones se dejan a los Estados locales. Sin embargo, tales excepciones se aplican solamente al gas producido por empresas independientes y sin afiliación a las que controlan los gasoductos interestatales con el fin de que el gas sea vendido directamente al consumidor final.

Como el transporte a larga distancia requiere de grandes inversiones, el propietario de un gasoducto tiende a entrar en el negocio de la producción de gas natural en gran escala para poder proteger sus intereses. Sin embargo, también la producción de gas natural tiene estrecha relación con los servicios públicos y por lo tanto no puede considerarse como una empresa estrictamente particular, lo que ha agudizado la diferencia y aumentado la división entre la industria del gas natural y la del petróleo. En algunos casos las compañías de petróleo liquidaron sus propiedades relacionadas con el gas.

La reglamentación de la industria del gas natural en lo relacionado con el comercio interestatal y local trajo consigo situaciones legales y de derecho que anteriormente no existían. La legislación sometía a los empresarios de la transportación del gas natural a una serie diferente de principios legales y obligaciones de los prevalecientes en el caso de actividades privadas simples. Al organismo gubernamental encargado de aplicar la ley le ocupó mucho tiempo establecer las normas correspondientes y los industriales por su parte tardaron aún más tiempo en ajustarse a las nuevas circunstancias nacidas de unas reglas no muy bien definidas y se resistieron a efectuar los cambios de administración y operación a las que estaban acostumbrados conforme a sus propias ideas sobre utilidades y conservación de equipo. Su resistencia provenía de una conciencia clara de su vulnerabilidad frente a un excesivo desarrollo y la consecuente reducción de la vida de sus fuentes de abastecimiento de gas por una parte y por la otra de sus necesidades de obtener para un gasoducto determinado todos los mercados anexos al sistema a fin de operar sus gasoductos con el menor costo unitario del gas transportado y reforzar así su posición competitiva y asegurar las mayores ganancias posibles. Se suponía que de no haber seguridad de una demanda estable por parte de los últimos consumidores durante el día, con un servicio continuo y regular, así como la seguridad de mantener tal servicio durante un período razonable de años en el futuro no sería posible obtener un volumen aceptable de ventas

con tarifas remunerativas que justificaran las cuantiosas inversiones necesarias para abastecer a zonas limitadas del mercado. Un suministro inadecuado con tarifas inadecuadas significa la ruina de una empresa que se dedica a la transportación del gas.

Para los efectos de la ley, los operadores de los gasoductos se encuentran en un término intermedio entre los productores y los distribuidores. Así se les ha considerado siempre. Por lo consiguiente su problema principal consiste en tratar de ampliar su radio de acción aumentando las áreas por abastecer, es decir, cómo continuar en el futuro su rápido crecimiento logrado en los años de postguerra. ¿De dónde provendrá este futuro desarrollo sino de ampliar sus servicios a nuevas áreas que aún no cuentan con estos servicios?. Es obvio que ese desarrollo tiene que alcanzarse dentro de las mismas áreas que sirve actualmente en estrecha colaboración con su socio más cercano: el distribuidor. Han de hacerle frente a combustibles competidores mediante la búsqueda de otras aplicaciones del gas en la industria o creando más grandes almacenamientos cercanos a los mercados que sirven o haciendo grandes esfuerzos conjuntamente para establecer grandes sistemas de acondicionamiento de aire que puedan ser operados durante todo el año, por ejemplo, creando o instalando unidades capaces de ofrecer calefacción y enfriamiento a grandes edificios con un máximo de eficiencia y un mínimo de gastos de mantenimiento y a un costo competitivo de instalación.

La reglamentación por parte del Estado tiene como fin primordial el de proteger los intereses del consumidor; proteger a éste de la explotación por parte de las empresas reguladas y a su vez proveer que estas empresas obtengan un nivel adecuado de utilidades, suficiente para asegurarles una operación eficiente, de tal manera que sea atractivo el empleo de nuevos capitales en proporción equitativa con costos razonables. Estos dos factores —protección al consumidor y mantenimiento de una economía balanceada— relega a segundo término otros factores que surgen en toda reglamentación. A fin de conservar un equilibrio entre los dos factores antes señalados, la autoridad correspondiente debe de establecer el nivel de ingresos a un determinado coeficiente básico que permita una tasa razonable de ganancia lo que implica desplegar considerable criterio de juicio, pues frecuentemente se sobrestima la importancia del consumidor o la estructura financiera del negocio.

La reglamentación de los servicios públicos es una tarea gubernamental en extremo compleja. Se requiere no sólo la práctica de criterios bien documentados por parte de quienes participan en las decisiones o dictámenes ante el organismo regulador, sino también el que los miembros o dependencias de tales agencias se autolimiten en sus funciones a fin de evitar interferencias con las responsabilidades de los empresarios. Se aconseja actuar una vez que se conocen todos los factores relacionados con la situación específica que se ventila y se deben tener presentes los objetivos básicos que se persiguen con la reglamentación.

En general, todos los problemas inherentes en la reglamentación son similares: eliminación del desperdicio, protección de los derechos correlativos, ajuste de la oferta a la demanda, etc. En el caso del transporte interestatal del gas, por ejemplo, se exigen certificados de necesidad y conveniencia a fin de autorizar la construcción de gasoductos interestatales y se regulan las tarifas que se han de aplicar para su transporte. En resumen, la legislación trata de encontrar un precio que proteja al público de la codicia de los productores sin escrúpulos y que, por otra parte, haga posible un programa de "conservación" efectivo. Pero este precio es difícil de encontrar.

Al intervenir en los precios lo más probable es que se trate de mantenerlos en su nivel en lugar de subirlos. Empero, tal proceder, especialmente en el caso del gas natural y bajo ciertas circunstancias, puede causar más daño mantener precios a niveles demasiado bajos en los centros de producción, que permitir precios altos en los centros de consumo, pues en ausencia de subsidios gubernamentales los negocios privados que buscan la obtención de beneficios no podrían llegar a la práctica de "la conservación" a fin de eliminar los desperdicios lo cual requiere desembolsos considerables. De esta manera se pueden perder miles de millones de metros cúbicos de gas, especialmente del gas de petróleo, por difusión o quemándolo, porque su precio es tan bajo que no permite su recolección.

Aunque es de todos muy conocido que la reglamentación de los negocios por parte del Estado no detiene el crecimiento y desarrollo de una industria (por ejemplo, las comunicaciones —teléfono, radio y televisión— han sido siempre objeto de reglamentaciones legales), los productores y empresarios, como cualquier otro ciudadano no desean que el gobierno intervenga en sus negocios y creen firmemente que sus empresas no pueden ser reguladas

con base a una tarifa conveniente y adecuada; sin embargo, si reconocen que sus mercados interestatales son por un lado limitados y que sus mercados locales, por otro lado cobren dentro de las leyes que permiten el que sus negocios se hallen teñidos del "interés público" y por lo tanto en las condiciones presentes sujetos irremediamente a la legislación gubernamental.

En lo relativo a la legislación en una economía en desarrollo, bajo el sistema de libre empresa, debe haber una corriente continua de inversiones adicionales en mano de obra, capital de trabajo y nuevas plantas y equipos. Estos gastos adicionales se realizan después que se han preparado y aprobado planes detallados al respecto. Un órgano que regule estas actividades, tales como energía eléctrica o gas natural, no está capacitado para embarcarse en proyectos a largo plazo de este tipo ni debiera arrogarse estas facultades. El manejo y ampicción de las sociedades anónimas es responsabilidad de los empleados y de los accionistas de este tipo de empresas. Por otro lado, la reglamentación no deberá obstaculizar el desenvolvimiento ni poner en peligro los asuntos financieros de estos negocios.

Entre las diversas condiciones que afectaron desfavorablemente a esta industria en tiempos pasados y que obligaron al gobierno a intervenir mediante su reglamentación pueden mencionarse las siguientes:

1.—Un gran desperdicio del gas natural durante la producción del petróleo o del mismo gas. Actualmente se han realizado grandes progresos en la conservación de este elemento y se han decretado leyes prohibiendo, entre otras cosas, despojar al gas natural de sus pequeños contenidos de gasolina en el "gas húmedo" y desecharlo después.

2.—Costos muy altos en la producción de gas debido a una competencia excesiva en la perforación de pozos.

3.—Control monopólico de ciertas áreas productoras, fuera de la reglamentación pública.

4.—Control ilegal de gasoductos y distribución al mayoreo.

5.—Actos discriminatorios en algunos casos de compras en los mismos yacimientos y negativas a comprarles a productores independientes.

6.—Competencia sin restricción en la construcción de gasoductos hacia los centros de consumo más importantes.

7.—Luchas desastrosas entre los intereses rivales en la explotación del gas natural, para conquistar o defender zonas de influencia.

8.—Grandes variaciones y desigualdades en los precios del gas puesto en la ciudad, entre las diferentes zonas servidas.

9.—Ganancias muy altas en muchas ventas de gas a las empresas afiliadas.

10.—Inversiones piramidales en empresas de gas natural al través de compañías de fideicomiso, con los males consecuentes.

11.—Inflación de activos y manipulación de acciones de ciertas compañías.

12.—Falsedad en las condiciones financieras, inversiones, utilidades, etc. de algunas compañías de gas y fideicomisos.

13.—Manipulaciones temerarias financieras y de valores de ciertas compañías de crédito.

14.—Explotación de las compañías subsidiarias de gas natural mediante la aplicación de cuotas por construcción, dirección, promoción, etc.

En la actualidad se están revisando en Estados Unidos los principios sobre los cuales se basan los ordenamientos legales que encajan de una manera más adecuada en el concepto de servicio público en relación con la industria del gas natural.

Se dice que el gas natural es la única mercancía sujeta a reglamentación estatal, pues ésta tiene **productores** (en lugar de manufactureros o cosechadores o cultivadores) y **gasoductos** que operan como un ferrocarril o un mayorista. Los **distribuidores**, que en realidad son los detallistas, son los únicos que de hecho y de derecho se hallan bajo la supervisión del estado local, pero de acuerdo con una reciente disposición no se hallan bajo el control del poder federal. Solamente el gas que se ofrece y se acepta para ser transportado al través de varios estados es objeto de reglamentación federal.

Esta industria, ¿es competitiva al nivel final del distribuidor con los otros combustibles? Recientes discusiones en las esferas

gubernamentales se han llevado a efecto para considerar la necesidad de crear un organismo oficial encargado de los combustibles naturales energéticos; si es correcto o erróneo controlar el carbón mineral, el petróleo y el gas natural en un plano nacional es cosa que está siendo objeto de grandes controversias. Y ciertamente habría que pensar mucho sobre la regulación del gas natural al aumentar su precio en el mercado lo cual siempre sucede en un plano de razonable competencia; al ocurrir un aumento en los ya altos precios que se cargan al consumidor residencial ello no podría ocurrir fuera de las condiciones reales del mercado. Una situación competitiva podría favorecer al gas natural en la importancia de las ventas a los consumidores para los hogares y los correspondientes de las industrias. La reducción de las reservas de gas deberían ser factores determinantes en la regulación del precio y de la competencia, lo cual debería ser materia de gran preocupación de los reguladores.

En los Estados Unidos existe una tendencia a considerar muy seriamente una reorientación de la regulación de la industria del gas natural; muy pocos pueden negar esta necesidad pero muy pocos también están de acuerdo acerca de los problemas específicos y los males de un determinado segmento de la industria que requieren atención.

Tal reorientación de la regulación de la industria del gas natural no es simplemente una materia de reorganización de las agencias gubernamentales encargadas de la legislación y de su aplicación, sino que se piensa más bien en la necesidad de reexaminar el concepto tradicional de servicio público.

Para muchos parecería obvio que el problema básico lo constituye el agotamiento físico de las reservas; dentro de un futuro previsible parece que no habrá gas natural en cantidades apreciables para hacer frente a la demanda de los gasoductos interestatales y locales. Cuando este estado de cosas se presente nos encontraremos que los productores, los gasoductos y los distribuidores contarán con equipos parcialmente depreciados por valor de varios millones de dólares.

Los procedimientos actuales, las filosofías en que se apoyan muchos legisladores y también las ideas de los industriales mismos no han previsto este agotamiento de las reservas de gas natural; se cree que las reservas son ilimitadas en su cantidad; el

énfasis de la regulación se pone en que el gas no se quemó o se emplee en usos poco apropiados, con medidas de conservación.

Por mucho tiempo se ha considerado por la mayoría que mientras el distribuidor al otro extremo del transportador del gas se le ha considerado como servicio público, el productor, al otro extremo, se le clasifica como cuasi servicio público y en ocasiones ni esto; al empresario de los gasoductos se clasifica en algo intermedio y actualmente se le considera como transportista de un combustible como si se tratara de un sistema ferroviario que transporta carbón mineral. Desde la promulgación de la **Natural Gas Act** tanto el transporte como la producción del gas, en el mejor de los casos susceptibles de clasificarse como **cuasi servicio público**, han sido regulados como si tratara realmente de un servicio público; se cree, sin embargo, que hace falta una reestructuración de la ley y del reglamento que permitan establecer procedimientos que reconozcan que un cuasi servicio público ha de someterse a tratamientos especiales o diferentes.

Los conceptos tradicionales de servicio público deben ser revisados; sí, por ejemplo, la prosperidad económica del gas natural en el futuro reside en el desarrollo de la industria petroquímica, ¿ha de ser juzgada como de servicio público?; si sus posibilidades de ganancias dependen de una lucha por los recursos disponibles escasos, entonces los empresarios deberían tener la libertad suficiente de organizar y operar sus negocios bajo condiciones de competencia; si el criterio para la determinación del precio depende de las condiciones de un mercado competitivo entonces las áreas de servicio monopólico no tendrán importancia para el distribuidor; si el interés nacional requiere que el gas natural se reserve para ciertos usos industriales, las presentes reglamentaciones no servirán en estos casos.

En lugar de proteger el interés público por los medios anticuados, ¿por qué no tratar de legislar con base en estudios modernos sobre lo que es y desarrolla la industria del gas natural? La mayoría de los empresarios de cualquier fase de la industria del gas estaría a favor de una reglamentación que fomentara el mejor desempeño en cada fase de las operaciones. Ellos se sentirían estimulados por una diversificación de operaciones e inversiones, en vender más barato dentro de una atmósfera de libre competencia y conseguir el financiamiento mediante la emi-

sión de acciones y bonos debidamente aprobados relacionados específicamente con los combustibles energéticos, industria petroquímica o compañías transportadoras de gas; serían, en resumen, ya no consideradas como de servicio público en su totalidad.

La nueva política de regulación es la determinación de precios-costos considerando al gas como una mercancía; los precios se basarían sobre los correspondientes a las áreas productivas, aunque los legisladores no han decidido una fórmula adecuada la cual tendría que ser discutida antes de ser adoptada; pero esta posibilidad, que supone la sustitución del precio basado en el costo del servicio "público" ha traído un rayo de esperanza en los procedimientos un tanto oscuros del clima de utilidad pública.

Una revisión profunda merece darse a la reglamentación de esta industria cuyos activos están sujetos a grandes desperdicios y han de considerarse también sus consecuencias económicas en la industria del gas natural como tal. ¿No debieran desecharse los conceptos basados en la idea de servicio público, por otros que centren su atención en el plano de la producción o en otras fases productivas de la industria? ¿No debería utilizarse este combustible energético para usos más eficientes como en la industria del vidrio o empleársele en mayores cantidades en la cada vez más creciente industria petroquímica? Si es así, resultaría que no se está regulando en realidad un servicio público sino un servicio de transporte o una industria química.

## **CAPITULO III**

# **EXPLOTACION DEL GAS NATURAL EN MEXICO**

## 1.—DATOS HISTORICOS.

En términos generales, los hidrocarburos en México tienen sus antecedentes más remotos desde antes de la "Colonia". Los indígenas conocían el chapopote y lo utilizaban como incienso en sus ceremonias religiosas, junto con el copal y otras resinas. También lo utilizaban como pegamento, colorante, sustancia medicinal y para la masticación de una especie de chicle asfáltico. Durante lo época colonial se conservaron estos usos y se incluyeron otros como el de impermeabilizante y el de calefacción en hogares y navíos. **Las Ordenanzas Reales sobre Minería de Nueva España**, de 1793, hacían mención específica de los "bitúmenes y jugos de la tierra" cuya explotación quedaba sujeta al mismo régimen jurídico aplicado a las minas.

La primera "mina" de petróleo fué descubierta por el sacerdote Manuel Gil y Sáenz en 1863, en Tepetitlán, Tabasco, que se conoce con el nombre de **San Fernando**. La explotación de este yacimiento mediante una destilación natural de aceites ricos en kerosina proveyó de iluminante a la parroquia y se exportaron diez barriles a los Estados Unidos precisamente cuatro años después de que en aquel país se había iniciado, por primera vez en el mundo, la etapa de la explotación de la industria petrolera. Nuestra primera experiencia en el mercado exterior de este producto resultó un fracaso por el bajo precio del aceite en aquella nación.

En 1881, el doctor Adolfo Autrey empieza a trabajar el campo petrolero **La Constancia**, ubicado en el cantón de Papantla, Veracruz, para producir aceite iluminante. En 1883, el doctor Simón Sarlat Nova, ex gobernador de Tabasco, explota nuevamente la mina de **San Fernando** (que descubriera Gil Sáenz), quien se asocia con unos comerciantes y funda una compañía con un capital de un millón de pesos. Así pues, la primera compañía petrolera en la historia del país se formó con capital mexicano. Como la exportación era incosteable y los centros de consumo nacionales se hallaban muy alejados de las incipientes explotaciones petrolíferas, amén de que el petróleo tenía escasa demanda (se usaba casi exclusivamente como iluminante), todo contribuyó para que aquellos primeros intentos industriales fracasaran. A esto se debe también la falta de éxito de algunas de las primeras empresas extranjeras, como las compañías inglesas **London Oil Trust** y **Mexican Oil Corporation**, que realizaban tra-

bajos petroleros en la región de Papantla hacia el año de 1890. No obstante, estos primeros intentos, aunque frustrados, llamaron la atención sobre las perspectivas de esta industria en territorio mexicano, especialmente de dos personajes extranjeros: el inglés Weetman D. Pearson y el norteamericano Edward L. Doheny. Los dos habían llegado al país a trabajar en las obras ferroviarias; Pearson se ocupaba en el ferrocarril del Istmo, cuando conoció las chapopoteras de esa región y de Tabasco; Doheny supo de las afloraciones bituminosas de la zona Tampico-Pánuco y de las comarcas vecinas, cuando laboraba en el ferrocarril de Tampico a San Luis.

Con la fabricación de automóviles en gran escala que se inició en los primeros años del siglo actual, la industria petrolera norteamericana y de otros países recibe un gran impulso. Aumenta considerablemente el consumo de gasolina. Con el advenimiento del automovilismo se encontró aplicación al asfalto en la pavimentación de calles y caminos. Por aquellos mismos años se descubrió el quemador, lo que hizo posible el empleo de petróleos pesados y residuos de refinación en las calderas de los barcos. A partir de entonces comienza el auge de la industria del petróleo en forma ininterumpida hasta nuestros días, rebasando las fronteras nacionales y muy pronto se extienden por todo el mundo los grandes intereses financieros en busca de nuevos campos de inversión en esta industria.

México fué uno de estos campos. El señor Doheny compró en 1900 unas 180 mil hectáreas de la Hacienda de Tulillo, en los límites confluentes de Veracruz, Tamaulipas y San Luis Potosí. Pronto se asoció con capital de compatriotas suyos para continuar adquiriendo terrenos más al sur, a lo largo de las chapopoteras que después se llamarían la Faja de Oro.

El señor Pearson, por su parte, continuaba las exploraciones, recopilaba información, "celebraba tratos preliminares de compra o arrendamiento de terrenos y, muy especialmente, aprovechaba sus fuertes apoyos políticos con el régimen porfirista (más inclinado a negocios con Europa que con los Estados Unidos) a fin de obtener ventajosas concesiones de explotación petrolera". Doheny extraía el aceite mineral del subsuelo de las propiedades privadas sin necesidad de denuncios ni concesiones; Pearson realizaba sus operaciones bajo el sistema de concesiones gubernativas en terrenos de la nación y en zonas federales.

La historia de nuestra producción petrolera se inicia formalmente en 1901 con la extracción de 10 345 barriles de 159 litros; pero es hasta 1910 cuando puede decirse que empieza la gran producción con 3 634 680 barriles. A partir de este año se descubren pozos con grandes rendimientos: el 7 de Casiano con producción diaria de 25 mil barriles y el 4 de Potrero del Llano con 100 mil barriles diarios; se desarrollan las zonas petroleras (en 1911 y 1912) de Alamo, sobre la margen izquierda del río Tuxpan, y de Pánuco, al sur de El Ebano; en 1913 surgió el pozo Amatlán 1 con un rendimiento de 50 mil barriles diarios; el pozo 5 de Pazzi se descubrió en 1914 en Pánuco, con 50 mil barriles diarios; el muy celebrado pozo 4 de Cerro Azul hizo su aparición en 1916 y tenía un rendimiento excepcional de 260 mil barriles por día. Se continuó este importante desarrollo industrial y por el año de 1921 se extrajeron del subsuelo mexicano la extraordinaria cifra (la más alta de nuestra historia petrolera) de 193 millones de barriles de aceite mineral, llegando a ser en dicho año, nuestro país, el segundo país productor de petróleo en el mundo.

A los rendimientos máximos de 1921 siguió un lento descenso, aunque a niveles absolutos muy altos, hasta el año de 1925 en que se produjeron 115.5 millones de barriles. Estos altos niveles de producción se derivaron del hallazgo de grandes yacimientos, especialmente los campos situados en la zona denominada Faja de Oro, y se apoyaron estas altas producciones en la gran demanda motivada por la Primera Guerra Mundial y por el período de reconstrucción que la siguió. En este período de reconstrucción fué cuando se explotó esta industria en forma desenfadada, despilarrándose lamentablemente un recurso natural irrenovable, casi sin beneficio alguno para el país. El Ing. José Domingo Lavín describe esta situación en la siguiente forma:

**"Grandes desperdicios de petróleo y de gas. Agotamiento prematuro de los yacimientos explotados sin aplicar las reglas técnicas para conservar las presiones que eviten la emulsificación del agua salada. Incendios originados principalmente en los lugares de competencia, excesivo número de perforaciones cuando se descubren pozos en pequeñas propiedades, para disputarse límites artificiales de la superficie, lo que muchas veces es una fuente común en el subsuelo. Desperdicio de capitales, que sólo dejaban en el país los salarios y los impuestos, porque todo el abastecimiento de**

equipo y materiales se hacía del exterior. Volúmenes enormes de petróleo abandonados en presas de tierra. Oleoductos tendidos para sacar la producción a los puertos, sin plan alguno y establecidos para una competencia absurda entre los dos colosos (El Aguila de Pearson y la Huasteca de Doheny). Invasiones de propiedad, sin respeto alguno a la ley y verdaderos robos de petróleo, sobre todo cuando se trataba de propiedades indígenas, de los que desgraciadamente nunca se ocupó el gobierno de México. Incumplimiento de los contratos, y graves intentos de paralización del sistema judicial por el cohecho y el miedo".<sup>1</sup>

Hacia los finales del período de gran producción, hacen su entrada, ya en forma visible, los grandes monopolios mundiales del petróleo: la **Standard Oil** y la **Royal Dutch**. Pearson vende a la **Royal Dutch**, en 1923, el control de su **Compañía Mexicana de Petróleo El Aguila**; Doheny, en 1925, traspasa a la **Standard Oil de Indiana** el control de su **Huasteca Petroleum Company**. La industria petrolera mexicana, pasó a depender abiertamente de la política mundial de los monopolios, y al presentarse, de 1926 a 1932, el descenso acelerado de los rendimientos de los pozos en explotación, simultáneamente con la sobreproducción petrolera especialmente en los Estados Unidos y Venezuela, las compañías en México no tuvieron ya interés en continuar el ritmo productivo alcanzado en 1925, por lo que dejaron de realizar nuevas exploraciones y la perforación de pozos. A estas circunstancias se sumaron las dificultades que confrontaban las compañías con el gobierno, empeñado por entonces en reivindicar la industria petrolera conforme a lo establecido en la Constitución de 1917.

A manera de resumen de la historia del aprovechamiento de los hidrocarburos en nuestro país, podemos destacar tres fechas simbólicas en la industria petrolera mexicana:

- 1901, brote del primer pozo petrolero en la región del Ebanito, S.L.P.;
- 1921, se obtiene la más alta producción de crudos con 193 millones de barriles, bajo intereses extranjeros;
- 1938, mediante expropiación se reintegra al patrimonio nacional este valioso recurso natural.

---

2) José Domingo Lavín, "Petróleo: pasado, presente y futuro de una industria mexicana", México, EDIAPSA, 1950 pg. 89

La nacionalización de la industria petrolera constituye para propios y extraños un acto de independencia económica porque se ha restituido para beneficio de México este inestimable recurso del subsuelo, hecho que ha dado un impulso decisivo a nuestro desenvolvimiento económico. Es de justicia, entonces, considerar la historia del petróleo mexicano dividida en dos grandes etapas: antes de 1938 y después de 1938. Además, esta división puede ser de gran ayuda para entender la mayor parte de los problemas económicos y sociales del país.

Con la expropiación petrolera se puso fin a la explotación irracional premeditada de nuestros recursos petrolíferos, que se hacía en beneficio del exterior en detrimento de nuestro desarrollo económico en general. Al consumo interno se destinaban derivados del petróleo de calidad inferior y a precios mucho más elevados de los que prevalecían en los mercados internacionales. A partir de 1938 la reestructuración de la industria petrolera se ha hecho sobre la base de atender preferentemente el mercado interno, dejando en lugar secundario el mercado de exportación.

Por lo que respecta al gas natural, su industrialización en México es muy reciente. El inicio en nuestro país del empleo del gas natural y de su desenvolvimiento industrial podemos situarlo dentro del período comprendido entre los años de 1947 y 1958.<sup>3</sup>

La utilización de este hidrocarburo marca un cambio fundamental en la estructura de la industria petrolera mexicana.

Antes de 1938 no existía en nuestro país la industria del gas natural. Aunque desde los comienzos de la industria petrolera mexicana (pero sobre todo durante el auge de 1918 a 1924) se producían enormes volúmenes de gas, tal producción nunca se aprovechó comercialmente, excepción hecha de pequeñas cantidades que se empleaban como combustible en las instalaciones de la propia industria. Posteriormente, cuando comenzó a explotarse el yacimiento original de Poza Rica, se prosiguió esta práctica viciosa. Por algún tiempo, Pemex mismo se vió en la necesidad de continuar con esta práctica en tanto sus condiciones financieras no le permitieron llevar a cabo una utilización eficaz del gas natural y de sus componentes licuables, que antes de 1938 sólo se producían en un volumen diario inferior a 1 000 barriles.

---

3) Antonio J. Bermúdez, "Doce años al servicio de la industria petrolera mexicana", Editorial COMAVAL, México, 1960.

Por el año de 1908 se hicieron los primeros intentos para introducir el gas natural licuado en el mercado nacional; pero es a partir de 1940, aproximadamente, cuando el consumo de este producto alcanzó cantidades de cierta consideración, con 5 millones de kilogramos.

En un principio el gas natural licuado se obtenía exclusivamente del gas natural "húmedo", y el proceso era incidental a la producción de gasolina natural. En la actualidad se obtienen cantidades apreciables por este procedimiento pero el gas natural ya no es la fuente principal. Las refinerías de petróleo también producen grandes cantidades de gases licuados utilizando los hidrocarburos ligeros obtenidos en su proceso de refinación.

El consumo de gas natural por tubería (el gas seco) tiene un historial más largo que el del gas natural licuado, aunque, en los primeros años, ambos productos provenían íntegramente de los Estados Unidos.

Las compañías distribuidoras de gas natural "seco" establecidas en el país vecino del norte, aprovecharon el mercado mexicano constituido por nuestras ciudades fronterizas más importantes y algunos centros industriales como Monterrey y la Carbonífera de Palau. A la **Compañía de Gas de Monterrey** correspondió sustituir el alumbrado de gas por el eléctrico hacia el año de 1881.

Por el año de 1934 nuestro país importaba mayor volumen de gas seco que de gas licuado porque este último aún no tenía un mercado efectivo. Se importaron en dicho año 189 millones de metros cúbicos de gas "seco" contra 30 mil kilogramos de gas licuado.

Las dos principales distribuidoras de gas natural por tubería, establecidas en Monterrey desde hace tiempo son: "**Compañía de Tranvías, Electricidad y Gas de Monterrey, S. A.**" y la "**Compañía Mexicana de Gas, S. A.**"; la primera inició sus compras de gas a Pemex en 1953, el 23 de octubre, con una cantidad al finalizar el año que ascendió a 1.3 millones de m<sup>3</sup>; la segunda inició sus compras a Pemex en julio de 1948, y al finalizar dicho año, había adquirido la suma de 52.7 millones de m<sup>3</sup>.

La industrialización del gas natural, en sus aspectos de materia prima y de servicio, no ha encontrado a la fecha una cabal expresión en nuestras estadísticas censales. Este producto com-

prende, o puede abarcar, varios niveles de actividades de la economía, a saber: comprende una fase extractiva; presenta una fase de elaboración y transformación (transformarlo a gas "seco" o licuado); da lugar a una actividad de transporte a través de los gasoductos; representa una actividad comercial en el momento de existir distribuidores de gas licuado; representa un servicio a la altura del suministro de energía eléctrica (o abastecimiento de agua potable), cuando se distribuye el gas por medio de tuberías a los consumidores finales y que puede tener uso industrial, residencial, comercial, agrícola, etc. Es más, esta industria puede dar lugar a una actividad complementaria como es el envasado de gas licuado en cilindros de acero que sean más convenientes y manejables. En este momento no nos interesa el hecho de si el gas natural a su nivel de servicio sea considerado simplemente como una actividad comercial (distribución del gas licuado) o como un servicio sujeto a reglamentaciones especiales. Nuestra atención ahorita se enfoca a la tarea de localizar a nuestro producto, el gas natural, en los Censos Nacionales al través de sus diferentes etapas productivas.

En el II Censo Comercial de 1945 se incluyó, por primera vez, una clase que se denominó "Materias primas diversas, combustibles y lubricantes" dentro de la cual se consideró el ramo comercial referente al "gas natural y otros" sin hacer mención específicamente del gas natural licuado.

En 1950 no se levantó el Censo Comercial. En el III Censo Comercial de 1956 tampoco se encuentran datos referidos exclusivamente al gas natural licuado, pues sólo se incluyó la clase denominada "Combustibles y lubricantes" sin distinción de subclases.

Para el IV Censo Comercial de 1961, se estableció el subgrupo 645, "Combustibles y lubricantes" dentro del cual se encuentran clasificadas las actividades de los distribuidores de gas combustible, incluyendo el envasado. Si se llegaran a publicar análisis detallados para cada una de las clases consideradas en este Censo, es probable que se pudieran encontrar informaciones referentes al gas licuado; y el gas natural "seco", al nivel de un **servicio**, en el término más amplio de este concepto, es probable, aunque no seguro, que también se encontrara incluido en dicho Censo.

En el Censo de Población de 1950, según las ocupaciones de los habitantes de la República Mexicana, se consideró el Subgrupo 512 correspondiente a la "Producción y distribución de gas" y específicamente a la "Producción de gas en fábricas (o sea el gas manufacturado) y la distribución de gas natural o fabricado para el consumo doméstico o industrial". En el subgrupo 719 se consideraron las ocupaciones en "Transportes no clasificados en otros subgrupos" y dentro de él se mencionaban las actividades relacionadas con el transporte de petróleo crudo, sus derivados y gas natural, por oleoductos y gasoductos.

Ahora veamos lo referente a la producción del gas natural. El Censo Industrial de 1950 y de 1955 incluyó la Subclase "Producción, envasado y distribución de gas". La sola enunciación de este rubro fué motivo para que se incluyeran actividades heterogéneas como fabricación de gas anhídrido carbónico (que utilizan como materias primas, carbón, coque y diesel), gas anhídrido carbónico sólido y líquido (que utilizan como materias primas petróleo y monoethanol), gas oxígeno y acetileno (que utilizan sosa, potasa, acetona y carburo, como materias primas); envasado y distribución de gas butano importado utilizando como "materias primas" cilindros, conexiones y reguladores; conversión de hielo seco a gas carbónico, etc.

Desde 1935 hasta 1955 los Censos Industriales consideraron sólo una clase la que agrupaba la "extracción de petróleo, gas natural y refinación de petróleo y obtención de sus derivados". En el Censo de 1960, el grupo 13 (de la División 1 Industrias Extractivas) incluye la "explotación de yacimientos de petróleo y gas natural" y la clase correspondiente 1311 se refiere específicamente a la "Extracción de petróleo y gas natural (inclusive los trabajos de exploración y perforación)". A la Industria de Transformación, que comprenden las Divisiones 2 y 3, se enviaron otras actividades relacionadas con la industria petrolera: el Grupo 32 se refiere a la "Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón", con dos Subgrupos, el 321 "Refinación de petróleo crudo y regeneración de aceites lubricantes" y el 322 "Fabricación de productos diversos del petróleo y del carbón". El primer Subgrupo se abrió en dos clases: la 3211 "Refinación de petróleo crudo y obtención de sus derivados" y la 3212 "Regeneración de aceites lubricantes"; el segundo Subgrupo también se abrió en dos clases 3221 "Fabricación de mate-

riales para pavimentación y techado a base de asfalto" y la 3222 "Producción de coque y otros derivados del carbón mineral (cuando no se relacionen con la fabricación de hierro en lingotes ni con la fabricación y distribución de gas de carbón)".

La **producción** de gas natural licuado y gas natural "seco" pudiera estar incluida en la clase 3211.

En la División 5 "Electricidad y gas", se incluyó la Clase 5211 "Producción de gas (no se incluye el gas natural)". Consideramos que esta clase no está bien delimitada; pues, al incluirse en esta División la producción de gas —con exclusión del gas natural— tiene que referirse a la producción y distribución de gas manufacturado que en nuestro país casi no tiene importancia. Esta clase debiera comprender, en todo caso, la distribución de gas natural y manufacturado en su aspecto de servicio público, ya que en el capítulo de producción quedó incluido en la clase 3211. En la División 5 de nuestro catálogo de actividades económicas se nota la falta de las actividades relacionadas con el abastecimiento de agua potable, dicho sea esto entre paréntesis.

Todo lo anterior ha tenido como finalidad demostrar que el relativo mejoramiento de nuestras estadísticas censales ha seguido con cierto retraso el desenvolvimiento de las actividades relacionadas con la extracción, transformación, comercio y distribución del gas natural.

## 2.—ASPECTOS LEGISLATIVOS.

"La industria petrolera se desenvuelve en México dentro de un marco jurídico-político: la nacionalización".<sup>4</sup> Por nacionalización debe entenderse no sólo el dominio directo de la Nación sobre los bienes del subsuelo, sino también la atribución exclusiva al Estado del derecho de explotar el petróleo y de emprender las operaciones de la industria petrolera. Es decir, los particulares quedan excluidos de esta industria, sean nacionales o extranjeros.

El texto original del Artículo 27 de la Constitución de 1917 define claramente la propiedad de la Nación sobre el subsuelo petrolífero en los siguientes términos: "corresponde a la Nación el dominio directo de todos los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos cuya naturale-

---

4) Antonio J. Bermúdez Op. Cit. p. 19.

za sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos”.

La expropiación de los bienes de las empresas extranjeras, mediante el Decreto de 18 de marzo de 1938, constituyó una de las medidas necesarias para que el Artículo 27 de la Constitución empezara a tener cabal vigencia en la práctica. No obstante, debieron transcurrir 33 años para que la Revolución rescatara íntegramente para el país la propiedad legal de su petróleo. Esto ocurrió en noviembre de 1958 (al finalizar el régimen del Presidente Ruiz Cortines) cuando se promulgó la nueva Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo. Esta ley elimina completamente el equívoco originado por el Artículo 10. Transitorio de la Ley Petrolera de 1941, porque define claramente, en concordancia con el mandato Constitucional, que solamente la Nación puede explotar los recursos petroleros. Además, confirma que, suprimido el régimen de concesiones, éstas no constituyeron, a partir de aquella reforma constitucional, títulos para la exploración y explotación del petróleo; aunque, por otro lado, no se desconocen —en la nueva ley— los valores que los antiguos títulos puedan representar en el patrimonio de los particulares, y establece un procedimiento para indemnizarlos.

Con la nueva ley no solamente se eliminan las concesiones relacionadas con la exploración y explotación del petróleo, sino también a aquellas que se refieran con las otras actividades de la industria petrolera que constituyen servicios públicos, a saber: la refinación, transporte, almacenamiento y distribución de petróleo y sus derivados. Todo esto no elimina la intervención de los particulares en las operaciones de transporte, almacenamiento y distribución; significa, simplemente, que las operaciones de esta clase que ejercitan los particulares no se basarán en concesiones, sino en contratos que deberán celebrarse con la institución pública petrolera, es decir, con **Petróleos Mexicanos**. Tampoco elimina la posibilidad y conveniencia de que la iniciativa privada ejecute, en virtud de contrato, otras obras y servicios.

También fueron suprimidos los contratos de explotación y las sociedades de economía mixta, previstos por la ley de 1941.

Los aspectos más interesantes para nuestros fines, que establece la ley petrolera actualmente en vigor, son los siguientes:

La Nación, por conducto de Petróleos Mexicanos, llevará a cabo:

- I.—La exploración, la explotación, la refinación, el transporte, el almacenamiento, la distribución y las ventas de primera mano del petróleo, el gas y los productos que se obtengan de la refinación de éstos;
- II.—La elaboración, el almacenamiento, el transporte, la distribución y las ventas de primera mano del gas artificial; y
- III.—La elaboración, el almacenamiento, el transporte, la distribución y las ventas de primera mano de los derivados del petróleo que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas.

#### **Refinación:**

De acuerdo con la ley petrolera en vigor, "la refinación comprende los procesos industriales que convierten los hidrocarburos naturales en cualquiera de los siguientes productos básicos genéricos: combustibles líquidos o gaseosos, lubricantes, grasas, parafinas, asfaltos y solventes, y en los subproductos que generan dichos procesos". Se estipula claramente que "sólo la Nación puede llevar a cabo operaciones de refinación petrolera, por conducto de Petróleos Mexicanos, ya sea que se refinan hidrocarburos de origen nacional, extranjero o mezcla de ambos, tanto para consumo nacional como para exportación de los derivados. Cuando los hidrocarburos de origen extranjero sean propiedad de terceros, la refinación la podrá hacer Petróleos Mexicanos, pero sólo para subsecuente exportación de los productos".

#### **Petroquímica:**

La misma ley establece que "la petroquímica consiste en la elaboración de compuestos no comprendidos dentro de los productos básicos genéricos de refinación --en los términos que la susodicha ley define-- a partir total o parcialmente de hidrocarburos naturales del petróleo o de hidrocarburos que sean productos o subproductos de las operaciones de refinación".

El Artículo 27 del Reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución en el Ramo de Petróleo delimita

el campo de acción del Estado en la industria petroquímica que tiene su origen en los recursos petroleros del país, en los siguientes términos: "Corresponde a la Nación por conducto de Petróleos Mexicanos o de organismos o empresas subsidiarias de dicha Institución o asociadas a la misma, creadas por el Estado, en los que no podrán tener participación de ninguna especie los particulares, la elaboración de los productos que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas, que sean resultado de los procesos petroquímicos fundados en la primera transformación química importante o en el primer proceso físico importante que se efectúe a partir de productos o subproductos de refinación o de hidrocarburos naturales del petróleo, o tengan un interés económico-social fundamental para el Estado".

Los Artículos 28, 29 y 30 del Reglamento antes dicho especifican las modalidades a que se han de sujetar los inversionistas privados que deseen ejecutar operaciones dentro del campo de la petroquímica:

**ARTICULO 28.**—La elaboración de productos que sean resultado de los procesos petroquímicos subsecuentes a los señalados en el artículo anterior, constituye el campo en que podrán operar indistintamente y en forma no exclusiva, la Nación, la iniciativa privada sola, o asociada con la Nación, por conducto de Petróleos Mexicanos o de organismos o empresas subsidiarias de dicha Institución, o asociadas a la misma creados por el Estado.

**ARTICULO 29.**—Los casos de duda sobre si la elaboración de un producto determinado queda o no dentro del campo de acción reservado en forma exclusiva a la Nación, serán decididos por acuerdo expreso del Ejecutivo Federal, con intervención de las Secretarías del Patrimonio Nacional y de Industria y Comercio oyendo previamente a Petróleos Mexicanos.

**ARTICULO 30.**—Los permisos a particulares para la elaboración de productos de la industria petroquímica a que se refiere el artículo 28, se otorgarán por acuerdo expreso del Ejecutivo Federal con intervención de las Secretarías del Patrimonio Nacional y de Industria y Comercio, previa opinión de Petróleos Mexicanos. El otorgamiento de los permisos se ajustará en su caso a lo mandado por el Decreto de 29 de junio

de 1944 y demás disposiciones legales aplicables en materia de inversiones extranjeras.

Los particulares que deseen utilizar derivados básicos de refinación para producir especialidades de los mismos, deberán solicitar previamente de las Secretarías del Patrimonio Nacional y de Industria y Comercio la autorización de las actividades respectivas.

### **Transporte, almacenamiento y distribución:**

El transporte dentro del territorio nacional de petróleo crudo, de productos y subproductos de refinación, y de gas, por medio de tuberías, será hecho exclusivamente por **Petróleos Mexicanos** y en tuberías de su propiedad, sujetándose en todo caso a las normas, requisitos técnicos, condiciones de seguridad y vigilancia que establezcan los reglamentos especiales vigentes y los que expida el Ejecutivo Federal con la intervención de las Secretarías de Estado competentes.

El transporte ferroviario, carretero o marítimo de petróleo y sus derivados, mientras no sean objeto de una venta de primera mano de **Petróleos Mexicanos** se efectuarán directamente por esta Institución o mediante contrato celebrado con ella por otras empresas o particulares.

El almacenamiento en campos petroleros y en refinerías, será hecho exclusivamente por **Petróleos Mexicanos**. En cambio, las plantas de almacenamiento para distribución ubicadas fuera de las instalaciones, campos o refinerías podrán operarse por **Petróleos Mexicanos** directamente o mediante contratistas.

**Petróleos Mexicanos** llevará a cabo la distribución de productos de su propiedad hasta el momento y lugar en que efectúe la venta de primera mano, directamente o mediante contratistas.

LA DISTRIBUCION DE GAS POR RED DE TUBERIAS DENTRO DE POBLACIONES, PODRA SER EFECTUADA POR PETROLEOS MEXICANOS DIRECTAMENTE O MEDIANTE CONTRATISTAS.

No existe a la fecha una ley específica que reglamente las actividades del gas natural en su categoría de servicio público, o sea el suministro de este combustible por tuberías a los más importantes núcleos de población y a los centros industriales.

En sus aspectos más generales, este servicio público se rige por la "Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo de Petróleos", el Reglamento de la Ley Orgánica de la Comisión de Tarifas de Electricidad y Gas (de 15 de septiembre de 1952), y el Reglamento de la Distribución del Gas Licuado.

El Reglamento de la Distribución del Gas Licuado (publicado en el Diario Oficial de 29 de marzo de 1960) eleva a la categoría de servicio público todas las operaciones de suministro de gas por medio de tuberías, aunque de una manera un tanto vaga, ya que todo el articulado del Reglamento, se refiere expresamente al gas licuado, o gas L.P.

Los artículos del Reglamento de la Distribución de Gas Licuado que pueden tener aplicación para el suministro de gas natural "seco", o metano, son los siguientes:

**ARTICULO 1o.**—La distribución de gas licuado de petróleo para usos domésticos, industriales y comerciales, constituye un servicio público sujeto a este reglamento y a las disposiciones relativas, cuya aplicación y cumplimiento corresponde a las Secretarías de Industria y Comercio y de Salubridad y Asistencia, dentro de sus respectivas jurisdicciones.

**ARTICULO 2o.**—Para los efectos de este reglamento, se entiende por distribución de gas licuado de petróleo las operaciones de almacenamiento, transporte y suministro efectuadas con gas vendido por Petróleos Mexicanos a Contratistas, en los términos del artículo 2o. transitorio de la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo; con el vendido directamente por la propia institución a particulares para su consumo inmediato, o con el importado por contratistas o particulares.

**ARTICULO 7o.**—La distribución de gas LP por empresas particulares requerirá autorización de la Secretaría de Industria y Comercio, y permiso cuando se haga por Petróleos Mexicanos.

**ARTICULO 8o.**—Las autorizaciones que otorgue la Secretaría de Industria y Comercio, previa la satisfacción, ante la de Salubridad y Asistencia, de los requisitos sanitarios correspondientes, serán:

I.—De almacenamiento, transporte y suministro; y

II.—De suministro a motores de combustión interna; y

III.—De transporte en vehículos-tanques.

ARTICULO 10o.—Sólo podrán ser titulares de autorizaciones los particulares mexicanos y las sociedades mexicanas constituidas íntegramente por mexicanos. En ningún caso se otorgarán a sociedades anónimas con acciones al portador. Los cupones de las acciones nominativas no podrán ser tampoco al portador.

ARTICULO 34o.—Cuando alguno de los miembros de la sociedad titular de una autorización pierda su nacionalidad mexicana, perderá también, en beneficio de la Nación, sus acciones o participación social, a menos que desde luego enajene esas acciones o participación social a persona que reúna los requisitos del artículo 10o.

El Reglamento de la Ley Orgánica de la Comisión de Tarifas de Electricidad y Gas concierne a los concesionarios o permisionarios de servicios eléctricos o de distribución de gas. En este caso debe entenderse que no se tratará de una concesión, sino simplemente de un contrato de acuerdo con la reciente ley petrolera. Las disposiciones legales en materia tarifaria contenidas en este Reglamento son más adecuadas al gas natural que al gas licuado, porque se refieren conjuntamente a un servicio público típico como es la energía eléctrica. Por ejemplo, en lo referente al gas, el estudio justificativo de las tarifas que se proponen debe incluir entre otras cosas, inversiones realizadas en plantas productoras, almacenadoras y compresoras, gasoductos, red de distribución, equipos, instalaciones y demás bienes físicos; estadísticas respecto de a) cantidad y características del gas producido en cada una de las plantas del sistema, b) cantidad y características del gas comprado, c) cantidad total del gas producido y comprado, indicando la proporción que se destinó a la venta, clasificándola por tarifas, y las correspondientes a usos propios y pérdidas.

### 3—RESERVAS DE GAS NATURAL.

Nuestro país cuenta con enormes recursos de gas natural que en breve le permitirán abastecer con toda amplitud el mercado

nacional, para lo cual se activarán los trabajos de los más importantes gasoductos a fin de integrar una red nacional de abastecimientos.

Las perforaciones de exploración no se han realizado en escala intensiva como ocurre, por ejemplo, en los Estados Unidos. Además, por estar la industria petrolera unificada en una sola empresa, los pozos de exploración se perforan, exclusivamente, con base en los estudios e investigaciones que señala la técnica moderna.

La evolución de la exploración ha tenido en México la misma característica que en otros países productores: una creciente complejidad. Es decir, que se descubrieron primero, como es lógico, los campos para los que había indicios más evidentes, que requerían, para su localización, menos actividad de exploración, y que se encontraban a niveles relativamente poco profundos. Conforme se han realizado los descubrimientos, tuvieron que emplearse nuevas y más avanzadas técnicas exploratorias y métodos de comprobación. Con el transcurso del tiempo se ha requerido la perforación de más pozos exploratorios, pues un buen número tienen por objeto obtener información previa sobre el subsuelo. Por último, ha tenido que perforarse a mayor profundidad. Se estima que la dificultad y el costo de la perforación se incrementan en proporción geométrica con la profundidad. En la segunda década de este siglo era muy común en México descubrir yacimientos petroleros a profundidades no mayores de mil metros; actualmente, debe perforarse entre dos y tres mil metros para tener éxito en las exploraciones. La profundidad requerida será mayor a medida que avance el tiempo. Todos estos factores hacen que la exploración en busca de petróleo sea cada vez más costosa.

Los terrenos considerados como probablemente petrolíferos en México abarcan una extensión de 44.1 millones de hectáreas; y los reconocidos o en exploración abarcan alrededor de 11 millones de hectáreas.

La extensión de los campos descubiertos alcanza estructuras localizadas en la Cuenca del Río Bravo, Cuenca de Tampico, Cuenca de Veracruz, Cuenca Salina del Istmo, Cuenca de Tabasco y Península de Yucatán; en otras palabras, las cercanías del Golfo de México constituyen una de las regiones con mejores perspectivas para la producción de importantes cantidades de petróleo y gas.

Petróleos Mexicanos reconoce que en el país la zona productora potencial de petróleo se extiende a lo largo de la costa del Golfo, incluyendo la plataforma continental. Se amplía hacia el norte para comprender una parte del Estado de Chihuahua y de los de Coahuila y Nuevo León. Incluye el Estado de Tamaulipas y hacia el sur comprende Veracruz y partes de San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla. En el sureste, abarca los Estados de Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y el Territorio de Quintana Roo. En el Pacífico sólo ofrecen perspectivas, en la actualidad, dos grandes cuencas ubicadas al sur de la Península de Baja California.

En los últimos años se han extendido los actividades de exploración, el trabajo de brigadas geológicas y geofísicas y la perforación de pozos de exploración, hasta los extremos de la República. Se han realizado trabajos no solamente en las cuencas comúnmente consideradas como posiblemente productoras (las de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y San Luis Potosí) sino en Campeche, Chiapas, la Península de Yucatán, Jalisco, Chihuahua y Baja California.

Las perforaciones de exploración realizadas en Yucatán y en Quintana Roo, así como en Chiapas, Jalisco y Chihuahua, no han proporcionado todavía ningún nuevo campo, aún cuando se obtuvo información del subsuelo muy valiosa para la exploración futura. Igual cosa puede decirse de Baja California, en donde al mes de noviembre de 1958, se habían perforado 13 pozos de exploración en las cuencas de la parte sur de la Península.

Desde el año de 1960 se ha venido auscultando el subsuelo de las penínsulas de Baja California y Yucatán, donde hay posibilidades a largo plazo, que aún cuando no son de la magnitud de las que existen en la región conocida como la Faja de Oro, sí contribuirá a enriquecer nuestras existencias más adelante. Se estima que hay pocas posibilidades en la vertiente del Pacífico.

Durante el sexenio 1953-1958 se comenzó a explorar la plataforma continental del Golfo de México, habiéndose logrado en el último año de dicho período la primera producción comercial de campos localizados en el mar. Los estudios geológicos demuestran que todavía en el fondo de nuestro mar territorial hay yacimientos tan importantes como los que tenemos en tierra firme. Sin embargo, la perforación de esta plataforma resulta cinco veces más costosa que en la tierra, o sea que se requiere una inversión de cinco millones de pesos aproximadamente por cada

pozo: México aún no ha iniciado la explotación intensa de la plataforma continental, conservándola como reserva para el momento en que sea necesario su aprovechamiento.

Los esfuerzos de Pemex en sus trabajos de exploración han dado origen al descubrimiento de nuevos campos productores de gas y aceite, en regiones dentro de las cuales no se tenía anteriormente producción, y, asimismo, ha dado por resultado la ampliación de las antiguas comarcas productoras. Las nuevas áreas están localizadas en las siguientes regiones: Nordeste de México, Nueva Faja de Oro, Zona de Veracruz, Occidente de Tabasco, Centro de Tabasco y Distrito de Macuzpana.

El máximo trabajo de perforación en México antes de 1938, se realizó en 1926, año en el que se perforaron 538 mil metros. Esta marca fué superada desde 1955, y a partir de ese año las cifras de perforación han venido en constante ascenso como puede apreciarse en el cuadro siguiente:

CUADRO No. 14  
Perforación anual de pozos

AÑOS	POZOS DE EXPLORACION	POZOS DE DESARROLLO	TOTAL DE POZOS	TOTAL DE PRODUCTORES	METROS PERFORADOS	
					TOTAL	PROMEDIO POR POZO
1946	11	38	49	n.d.	76 859	1 369
1947	16	35	51	n.d.	90 283	1 770
1948	26	56	82	n.d.	131 447	1 603
1949	33	129	162	n.d.	204 323	1 261
1950	33	185	218	133	271 430	1 245
1951	72	196	268	n.d.	334 051	1 246
1952	57	250	307	n.d.	373 012	1 215
1953	89	266	355	n.d.	463 520	1 306
1954	81	212	293	n.d.	472 698	1 613
1955	74	256	330	224	545 673	1 654
1956	93	309	402	266	662 578	1 648
1957	108	281	389	273	766 514	1 970
1958	76	303	379	286	803 688	2 120
1959	81	359	440	298	945 626	2 148
1960	103	659	762	578	1 605 271	2 093
1961	106	623	729	514	1 607 036	2 204

Fuente: Petróleos Mexicanos.

n.d.) no disponible.

A raíz de la expropiación, las reservas probadas de petróleo se calculaban entre 500 y 600 millones de barriles, de los que unos 400 correspondían a Foza Rica, pero ya en 1944 se estimaba que Foza Rica tenía reservas muy superiores a los 600 millones; la estimación total que para dicho año había calculado Pemex ser de 750 millones era considerada por aquel entonces algo conservadora.

La exploración de Pemex en el Distrito de Reynosa se inició en 1942. Los diversos métodos de exploración ideados por técnicos mexicanos han permitido ampliar la zona de yacimientos a 90 mil kilómetros cuadrados entre Villa Acuña, Coah. y Matamoros, Tamps., con más de 32 campos. Se considera que solamente se han descubierto entre el 18 y el 20% de los hidrocarburos almacenados en esta región, según una afirmación al respecto hecha por el año de 1960. El Distrito inició su producción en 1944 con escasos 113 300 m<sup>3</sup> diarios. Por el año de 1960, el ritmo de descubrimientos de reservas había superado al de extracción de hidrocarburos y hasta el 31 de diciembre de 1958 la capacidad regional ascendía a 90 650 millones de metros cúbicos de gas.

Los campos más importantes del Distrito son el "Reynosa", el "Brasil", el "Treviño", el "Francisco Cano", el "18 de Marzo", "Lomitas" y "Misión". El campo de Reynosa es uno de los más grandes del mundo en extensión. El promedio mundial por campo de gas es de 3 pozos; en el de Reynosa hay 120 pozos productores y se pueden encontrar 50 más.

Entre los proyectos de Petróleos Mexicanos para aprovechar esta enorme riqueza de hidrocarburos y abastecer el mercado doméstico de gas, está el de extender hasta Chihuahua y Sonora el gasoducto Reynosa-Monterrey-Salttillo-Torreón.

Parece ser que hasta la fecha se encuentran los más grandes yacimientos de gas (en pozos de gas y de petróleo) en la zona de Macuzpana situada al oriente de Tabasco y al occidente de Campeche. En esta zona se han descubierto, desde 1938, los siguientes pozos con producción importante: **Sarlat**, uno de gas y destilados; **Fortuna Nacional**, seis de aceite y gas; **Xilanga**, dos de gas; **José**, uno de aceite; **Bitzal**, uno de gas, y **Chilapilla**, dos de gas.

El desarrollo real del Distrito de Macuzpana comenzó en 1949 cuando se perforó el pozo **Fortuna Nacional Número 1**, en la Zona de Belem, donde ya anteriormente se habían perforado otros seis sin resultado apreciable. Las sucesivas perforaciones condujeron

al hallazgo, en 1951, del campo **José Colomo**, el más importante del distrito, cuyas reservas son de 43 343 millones de metros cúbicos.

El Ing. Roberto Gutiérrez Gil, superintendente de geólogos de exploración de Pemex, estima que la reserva de gas en el Sureste de México es una de las más cuantiosas del Continente, pues asciende, en la actualidad (agosto de 1960), a 226 600 millones de metros cúbicos, o sea el doble de la que existe en la Región de Reynosa, Tamps, y que esta fabulosa reserva se verá incrementada en el futuro inmediato con la delimitación exacta del campo gasífero de **Chiapilla** sobre el cual hay grandes perspectivas.

De acuerdo con el Ing. Antonio García Rojas, gerente de exploración de Petróleos Mexicanos, existen actualmente en México dos importantes áreas productoras de gas; una de ellas lo constituye el Distrito de Reynosa y la otra el de Macuzpana. Además, se ha encontrado una área productora de gas en pequeña escala, en la parte sur del Estado de Veracruz, y existe también producción de gas en los campos descubiertos recientemente al oriente del Distrito Ebano-Pánuco, en los de Poza Rica-San Andrés y en los de occidente del Estado de Tabasco. El citado funcionario puntualizó:

1) Las reservas probadas del Distrito de Reynosa son de 89 197 millones de metros cúbicos; sin embargo, tomando en consideración que algunos campos tienen únicamente unos cuantos pozos perforados, será posible aumentarlas sustancialmente durante su desarrollo.

2) En el nordeste de México existe todavía una área muy importante por explorar y desarrollar, estimando que las reservas descubiertas hasta el momento representan una pequeña fracción de su potencialidad real.

3) Las reservas probadas de gas del distrito de Macuzpana, son de 79 286 millones de metros cúbicos, los cuales corresponden principalmente, al campo **José Colomo**. Sin embargo, como faltan por desarrollar los otros campos conocidos del mismo distrito, esas reservas representan únicamente una mínima parte de la potencialidad de esta área, la cual está aún en estado incipiente de desarrollo.

CUADRO No. 15

CAMPOS DESCUBIERTOS MEDIANTE PERFORACIONES DE  
EXPLORACION

de 1938 a 1958

	Número de campos		
	Gas	Acetoite	Total
1938 - 1946			
<b>Distrito Frontera N.E.</b> (Primera Zona descubierta por Petróleos Mexicanos en Reynosa).	1	—	1
1947 - 1958			
<b>Distrito Frontera N.E.</b> (Desde 1947 cuando se descubrió el Campo de Camarero, se ha trabajado intensamente, en esta zona, donde cada año se han encontrado nuevos yacimientos).	24	6	30
1947 - 1958			
<b>Tampico Norte.</b> (Zona virtualmente abandonada para nuevas perforaciones, pero donde a partir de 1956 se han encontrado las nuevas zonas productoras a inmediaciones de Altamira, Tamps.).	—	3	3
<b>Tampico Sur.</b> (También considerada en plena decadencia, pero donde nuestras exploraciones tuvieron buen éxito).	—	7	7
<b>Distrito Poza Rica y Nueva Faja de Oro.</b> (Donde Pemex ha encontrado importantes campos, especialmente en la Nueva Faja de Oro, totalmente distintos del yacimiento original de Poza Rica. Entre ellos destacan Escobín, Santa Agueda y Ordóñez, pero sobre todo San Andrés, con producción superior a los 42,000 barriles por día).	—	32	32
<b>Distrito Veracruz Centro.</b> (Zona nueva con campos de mediana producción, tanto de aceite como de gas).	4	3	7
<b>Istmo de Tehuantepec.</b> (Zona muy explorada y difícil de trabajar por las dificultades de comunicaciones y transportes).	1	12	13
<b>Tabasco y Campeche.</b> (En esta zona, también nueva, donde anteriormente no se había podido encontrar campos comerciales, Pemex ha logrado descubrir algunos tan importantes como La Venta, pero sobre todo los yacimientos de gas de José Colomo y circunvecinos).	3	5	8
<b>Total de Campos Descubiertos</b>	32	68	100

FUENTE: Tomado del libro "Doce Años al Servicio de la Industria Petrolera Mexicana, 1947-1958" Pág. 49.

4) En el distrito de Veracruz, es pequeña la extensión de la área productora y reducido el volumen de las reservas de los campos, pero el distrito ofrece todavía una área de extensión considerable posiblemente productora.

Se augura un notable porvenir en la explotación del gas en la Cuenca del Papaloapan. Recientemente se han descubierto dos pozos de gas en el nuevo campo petrolero **Cocuito**, cuya producción será distribuida por medio del gasoducto Ciudad Pemex-México-Salamanca, toda vez que ese campo dista 37 kilómetros del referido gasoducto. Se tienen iguales probabilidades de encontrar gas en el campo **Macuilo**, cerca de Cabada, a 15 kilómetros de Tlacotalpan.

Frente a la Barra de Santa Ana, en las proximidades de Coatzacoalcos, fué perforado recientemente el pozo número 256 en la plataforma continental, utilizando para ello un gigantesco chalán dotado de más moderno equipo.

Los campos petroleros del Istmo de Tehuantepec ocupan un lugar privilegiado por las líneas cortas de comunicación que facilitan tanto la explotación como la conducción interoceánica. Para la explotación se aprovechan las comunicaciones fluviales afluentes del río Coatzacoalcos; y para el transporte se cuenta con el oleoducto Minatitlán-Salina Cruz.

Antes de 1947, Petróleos Mexicanos había descubierto un sólo campo: el de **Misión**, productor de gas, ubicado en la zona noreste. A partir de esa fecha, y hasta 1958, han sido 100 los campos productores de petróleo y gas descubiertos, tal como puede apreciarse en el cuadro No. 15.

Debido a la organización de la industria petrolera mexicana, cuyas operaciones fundamentales de exploración, extracción, refinación y parcialmente distribución, se ha seguido la costumbre de estimar conjuntamente las reservas probadas de petróleo y gas natural, convertido éste último a líquidos por su equivalencia en poder calorífico.

De acuerdo con esta práctica el estado comparativo de las reservas hasta el mes de noviembre de 1958, se muestra en el Cuadro No. 16. De acuerdo con este cuadro (No. 16) las reservas garantizan, al ritmo de producción alcanzado en 1958, el consumo del país durante 25 años en lo que se refiere a líquidos y duran 29 años respecto a gas.

## CUADRO No. 16

### Reservas probadas de hidrocarburos

En México, 1946 y 1958

—millones de barriles—

---

Dic. 1946.—Crudo y destilados	1 058
Gas (equivalente en barriles) <sup>2</sup>	<u>372</u>
Reservas totales en Dic. 1946	<u><u>1 430</u></u>
Nov. 1958.—Crudo y destilados	2 469
Gas equivalente en barriles	<u>1 537</u>
Total en Nov. 1958	<u><u>4 006</u></u>

INCREMENTO: 180%

Fuente: "Doce años al servicio de la industria petrolera mexicana, 1947-1958", Antonio J. Bermúdez.

- 1) Un barril igual a 159 Lts.
- 2) Un barril de petróleo equivale en poder calorífico a 5 000 pies cúbicos de gas en condiciones tipo.

Como en el presente trabajo es indispensable conocer separadamente lo relacionado exclusivamente con el gas natural, en el cuadro siguiente (No. 17) presentamos las reservas probadas de gas natural húmedo y seco.

## CUADRO No.17

### Reservas probadas de gas natural húmedo y seco en México

Años	Millones de barriles	Millones de m <sup>3</sup> (a)	Duración de las reservas en años (b)
1946	372	52 690	59
1950	481	68 130	38
1951	484	68 560	28
1952	594	78 470	30
1953	620	87 820	33
1954	877	124 200	47
1955	1 047	148 300	43
1956	1 217	172 400	47
1957	1 308	185 300	40
1958	1 558	220 700	29
1959	1 625	230 200	24
1960	2 024	286 700	29
1961	2 111	299 100	29
1962	2 229	315 303	30

Fuente: Petróleos Mexicanos. (El dato de millones de barriles).

a) La conversión a metros cúbicos se hizo tomando en cuenta que un barril es igual a 5 000 pies cúbicos en poder calorífico.

b) Para calcular la duración de la reserva se consideró la producción de gas en el año respectivo.

Al año de 1961 nuestras reservas de hidrocarburos fueron de 4 990 millones de barriles, de 1946 a 1961 el incremento de las reservas ha sido de 249% y el de la producción de 234%; es decir, las reservas han aumentado a razón de 8.7% anualmente y el de la producción 8.3%. Esto indica que Petróleos Mexicanos ha venido realizando una intensa actividad en sus trabajos de exploración manteniendo un volumen de reservas en consonancia con el ritmo de incremento de la producción, procurando conservar un margen aceptable de duración de las reservas.

Las reservas de gas aumentan a un ritmo mayor que las correspondientes de petróleo. Así tenemos que de 1946 a 1961 las reservas probadas de gas se incrementaron a una tasa anual acumulada de 12.2%, y las de petróleo a una tasa de 6.9%; de 1946 a 1962 en el primer caso se tuvo un incremento de 11.8% y de 6.2% en el segundo caso, y de 1950 a 1962 se tuvieron unos ritmos de incremento de 13.6 a 7.2%, respectivamente. A los volúmenes de producción de 1962 las reservas de gas tendrían una duración de 30 años y las de petróleo y destilados de 25 años.

"Una industria petrolera bien equilibrada requiere que su producción de petróleo y de gas esté en proporción con la demanda. La capacidad de producción, a su vez, depende principalmente del volumen de las reservas probadas de que se disponga en el subsuelo". Tal es la afirmación categórica que encontramos en el libro "Doce Años al Servicio de la Industria Petrolera Mexicana, 1947-1958", de Don Antonio J. Bermúdez, editada en 1960.

En la misma obra se define como **reservas probadas**, "no el total de los volúmenes de petróleo y gas localizados en los yacimientos por medio de los pozos de exploración y desarrollo, sino solamente la parte que, de acuerdo con la técnica actual de explotación, se estima que podrá extraerse de los yacimientos en el transcurso de los años", y se puntualiza aún con más claridad afirmando que "la cuantificación de las reservas probadas no es un dato definitivo. El progreso de la técnica ha permitido ampliar cada vez más el porcentaje de petróleo y gas que puede extraerse del volumen original. Las reservas probadas no son el límite máximo, sino la garantía mínima".

El volumen de reservas probadas debe ser muchas veces mayor que el de la producción anual por dos razones:

a) La técnica de producción, que tiende a lograr la más eficaz explotación de los yacimientos y la máxima recuperación final, requiere que la extracción de petróleo y gas se realice en un plazo más o menos largo. Ni técnica ni económicamente conviene apresurar la explotación de los yacimientos, pues se correría el riesgo de desperdiciar la mayor parte de las reservas. Según sus características, algunos yacimientos podrán explotarse en diez años, mientras que otros se agotarán en cuarenta o más.

b) Desde el punto de vista económico, la demanda creciente y el tiempo transcurrido entre el descubrimiento de un nuevo yacimiento y la entrega de los productos al consumidor exigen una reserva muchas veces mayor que el volumen de las extracciones anuales. El margen así previsto da tiempo suficiente para que la continua exploración en busca de nuevos yacimientos permitan reponer los volúmenes extraídos, y aún incrementar las reservas con el objeto de hacer frente a los aumentos futuros de la demanda.

En un estudio sobre la extracción de hidrocarburos, el Ing. Antonio García Rojas señala que México resolverá fácilmente el problema de los abastecimientos de hidrocarburos hasta el año de 1980 y añade que, para periodos posteriores, es imposible predecir las posibilidades al respecto. El citado profesional considera de una gran necesidad la ampliación de las exploraciones geológicas para encontrar nuevas fuentes de hidrocarburos; y explica que, aunque la exploración de la plataforma continental es costosísima, deberá continuarse, ya que constituye una fuente de inapreciable valor para el futuro de la industria nacional. Por otra parte, cree que las reservas de hidrocarburos, como las de cualquier otro país, son limitadas. Por lo tanto, deberían darse los pasos necesarios para desarrollar las demás fuentes de energía, ya que los hidrocarburos líquidos, y en algunos casos el gas, no podrán ser sustituidos en forma eficiente por otras fuentes de energía, refiriéndose exclusivamente a las fuentes ampliamente conocidas y en servicio actual, dejando a un lado la utilización de la energía nuclear, que aún sigue en vía de experimentación.

Si las condiciones de exploración y explotación continúan siendo favorables en términos de financiamiento y desarrollos tecnológicos dentro de un marco legislativo adecuado, nuestro país llegará a producir importantes cantidades de hidrocarburos líquidos y gaseosos en condiciones muy favorables; posiblemente para entonces el precio del petróleo aumente en forma apreciable y los Estados Unidos se vean en la necesidad de importar muy grandes cantidades de petróleo de México con el fin de suplir las deficiencias de su propia producción.

#### 4.—PRODUCCION

La nacionalización de la industria petrolera, en sí misma, tuvo efectos muy saludables para la conservación de esta riqueza. Petróleos Mexicanos ha procurado, desde el principio, explotar los yacimientos, tanto los que recibió como los más numerosos que ha descubierto, con base en la más estricta técnica de conservación.

La conservación tiene por objeto el aprovechamiento económico óptimo de las reservas de gas y petróleo del subsuelo, de acuerdo con las posibilidades de la técnica actual de explotación. Las prácticas de conservación en este caso tienen como finalidad: a) obtener la máxima recuperación final posible del petróleo y del gas contenido en los yacimientos, y b) eliminar todo factor de desperdicio. Una buena política de conservación sirve a los intereses presentes y a la conveniencia futura del país propietario de las reservas. Puede comprenderse fácilmente que son dos los principales enemigos de la conservación: 1) la técnica deficiente y 2) el propósito de lucro inmediato y rápido de la explotación del subsuelo petrolero.

En su fase extractiva, la industria del petróleo en México se caracterizó, de 1911 a 1925, por la forma irracional en que se explotaron los recursos del subsuelo, debido, en parte, a los limitados adelantos de la ingeniería petrolera en todo el mundo, pero principalmente al criterio económico que normaba la explotación del petróleo en manos de intereses extranjeros. El propósito de lucro dió como resultado el total desperdicio del gas producido simultáneamente con el petróleo y el agotamiento prematuro de campos tan importantes como "San Diego", "Zacamixtle", "Amatlán" y otros que formaban la antigua "Faja de Oro", en la región sur de Tampico.

El auge petrolero de México, en los veinte, fué artificioso y duró poco tiempo; se sustentó en el abuso de la producción con desprecio de la conservación de los campos.

Hacia 1925 se empezaron a poner en práctica medidas oficiales para restringir las explotaciones inadecuadas, que finalmente cristalizaron en el **Reglamento de Trabajos Petroleros** expedidos en 1927. Desgraciadamente tales disposiciones no podían ya recuperar los incalculables volúmenes de petróleo y gas natural incendiados o perdidos en la superficie, ni los volúmenes aún mayores que quedaron en los yacimientos, sin posibilidad de aprovecharse, por causa de una explotación irrestricta e inadecuada.

Uno de los medios fundamentales de la conservación es la explotación unitaria de los yacimientos. Esta medida que tan difícil ha sido implantar en otros países en donde la explotación de los campos se encuentra fraccionada en la mayoría de los casos, se estableció automáticamente en México al funcionar una sola empresa de Estado: el organismo descentralizado **Petróleos Mexicanos**.

Las medidas de conservación adoptadas por Petróleos Mexicanos desde un principio han sido claramente establecidas en el libro de Don Antonio J. Bermúdez y que ya mencionamos anteriormente, y de cuya obra extraemos los puntos fundamentales:

1) Espaciamiento de los pozos conforme a un criterio científico. Si su número es insuficiente, quedarán muchas áreas intermedias del yacimiento que no se drenen correctamente; y si es excesivo, recarga el costo haciendo onerosa la explotación.

2) Determinación periódica del máximo ritmo eficaz de explotación para cada yacimiento y cada pozo, de acuerdo con las características de porosidad, permeabilidad, presiones y en general, de todos los factores que afectan el flujo del aceite hacia el pozo productor.

3) Vigilancia de la relación gas-aceite, es decir, del volumen de gas que tiene que extraerse del yacimiento con cada barril producido. Mientras menos gas se extrae, más energía impulsora se conserva en el yacimiento.

4) Diferir la explotación de algunos campos productores de aceite que tienen también una alta capacidad de producción de gas y otros que exclusivamente producen gas, hasta contar con las facilidades necesarias para aprovechar este último. Todavía están pendientes de explotarse diversos campos, en Tamaulipas, Veracruz y Tabasco, en donde no ha sido posible instalar aún los gasoductos a los centros de consumo.

5) Se ha dado especial atención a los trabajos de recuperación secundaria de los yacimientos que tienen por objeto restaurar o proveer a los yacimientos de energía expulsiva. Los métodos de recuperación secundaria consisten en la inyección de agua, gas natural, gases licuables de petróleo o gas inerte a los yacimientos; en el uso de equipos individuales de bombeo neumático o mecánico, y en el aumento de la temperatura en las formaciones productoras para incrementar la movilidad de los hidrocarburos.

Desde el punto de vista económico, la aplicación adecuada de métodos de recuperación secundaria puede llegar a revestir, inclusive, una importancia mayor que el descubrimiento de un yacimiento nuevo, en virtud del volumen de petróleo y gas que por estos métodos se añade a las reservas probadas. Esta adición de reservas por métodos secundarios resultará en ocasiones más económica frente a las inversiones que requiere la perforación de pozos para el desarrollo conveniente de los nuevos campos.

La aplicación de métodos de recuperación secundaria en México data del año de 1949 cuando se inició la inyección de gas a la caliza **Tamabra** de Poza Rica. A partir de dicho año se han tenido resultados notables por cuanto a los volúmenes de hidrocarburos extraídos y a la magnitud de las obras realizadas. Sin embargo, puede decirse que en este aspecto aún nos encontramos en la primera etapa de realizaciones. Hasta 1958 se habían realizado los siguientes proyectos:

- a) En Poza Rica, inyección de agua y gas a la formación **Tamabra**, e instalación de equipos de bombeo.
- b) En Reynosa, inyección de agua a la arena **Ensenada** en el campo **Troviño**.
- c) En José Colomo, inyección de gas seco en las **Arenas D.** con fines de recirculación para una recuperación mayor de licuables.

Se encontraban en construcción los siguientes proyectos:

d) Inyección de gas en el yacimiento de **San Andrés**.

e) Inyección de propano en la **Arena Reynosa** del campo del mismo nombre.

En la explotación del campo de Poza Rica se han aplicado los métodos de recuperación secundaria aplicables en este caso, los cuales se citan a manera de ejemplo. Se construyeron instalaciones para reinyectar al subsuelo 2.27 millones de metros cúbicos diarios del gas natural allí producido, despojado de los valiosos destilados ligeros y de impurezas. Este gas pudo, como alternativa, haberse destinado a consumo de las industrias cercanas al Distrito Federal, pero aunque esto hubiera significado un rendimiento económico inmediato, tal rendimiento habría sido muy inferior al que se obtuvo al reinyectarlo al yacimiento, porque esto último permitió extraer muchos millones de barriles adicionales de petróleo. Además, posteriormente podrá disponerse del mismo gas para enviarlo a los mercados. Se instaló un sistema capaz de inyectar hasta 200 mil barriles diarios de agua en las porciones inferiores del manto productor, con el fin de auxiliar al empuje hidráulico en el mismo. Debido a la gran extensión de este campo, aunque la mayor parte de su área es fluyente, los pozos de la periferia no cuentan, a veces, con el volumen y presión de gas necesarios para fluir espontáneamente, requiriéndose instalar, en los que lo ameritan, equipos de bombeo neumático o mecánico. Con todas estas medidas se confía alcanzar en el campo de Poza Rica (que afortunadamente no corrió la suerte de otros yacimientos mexicanos que fueron internacionalmente famosos por su productividad) una recuperación final del orden de dos mil millones de barriles.

b) Se ha prestado gran atención a proyectos adicionales de recuperación secundaria, para estimular desde el principio la recuperación final máxima en nuestros principales campos. Esta práctica se ha seguido en los últimos tiempos en aquellos campos que no cuentan con suficiente volumen de gas natural, estudiándose la posibilidad de sustituirlo por gas inerte proveniente de la combustión del gas natural, cuyo volumen se incrementa muy considerablemente al quemarse. Además, la energía derivada de la combustión del fluido original se aprovecha en las instalaciones de compresión.

7) Se iniciaron los estudios para mantener o sustituir la presión en los campos de "San Andrés", "Hallazgo", "Constituciones", "Tamaulipas", "Pital", "Caristay", "Boca de Lima", "José Colomo" y otros, todos ellos descubiertos por Petróleos Mexicanos; y adicionalmente, en campos viejos como "Concepción" y "Filisola", en la Zona Sur.

8) Finalmente, y gracias a la integración que caracteriza a la industria petrolera mexicana, la planeación del aprovechamiento de las reservas de petróleo y gas, que incluye las plantas de proceso y las tuberías para disponer de los hidrocarburos, se realiza en forma unitaria, en escala nacional y en función conjunta de los mercados que debe satisfacerse. "Esto proporciona una flexibilidad de manejo que permite dar preferencia a la explotación de las reservas de crudos o de gas que den los mejores rendimientos de acuerdo con las condiciones y problemas cambiantes, que deben ser atendidos y resueltos".<sup>5</sup>

Antes de precisar la producción de gas natural en México conviene establecer las características económicas que gobiernan la explotación de este recurso natural. Al efecto nos atenderemos nuevamente a lo establecido en la obra de Antonio J. Bermúdez anteriormente señalada.<sup>6</sup>

### Importancia económica del gas.

El gas natural sustituye en esencia el combustible, residuo de la refinación, en sus funciones de combustible destinado principalmente a quemarse en calderas. Pero también puede sustituir al gas licuado en el consumo doméstico, allí donde se cuente con una red de tuberías de distribución.

Con mucha frecuencia se le extraen al gas hidrocarburos líquidos y licuables, que se suman a la oferta de refinados ligeros y medios.

Por último, el gas natural, en varios de sus componentes es materia prima para la industria petroquímica.

En otros países, el gas natural compite con los derivados del petróleo, disputándoles los mercados. En México se

---

5) Antonio J. Bermúdez, Op. Cit. p. 70

6) Idem, Op. Cit. pp. 104 a 107.

puede proyectar unitariamente su utilización, de acuerdo con los requerimientos de los mercados nacionales; ambos recursos del subsuelo están en manos del Estado.

Desde este punto de vista conjunto, puede precisarse la importancia económica del gas, en los siguientes puntos:

1. Una reserva de gas sustituye a una reserva de petróleo equivalente en poder calorífico. Esta sustitución no es total, pero sí muy aproximada: comprenden la parte de combustible residual que el gas desplaza y la proporción de hidrocarburos licuables que se contengan en esa reserva de gas y que satisfacen una demanda de refinados.

Este hecho tiene trascendencia para estimar el abastecimiento futuro de la demanda y para proyectar una política de exploración en busca de nuevas reservas.

2. La presencia de gas natural en un centro consumidor, mediante un gasoducto, combinada con una línea de productos u otros medios económicos de transporte de refinados ligeros, puede eliminar la necesidad de una refinería. Con dos excepciones (Cuando no haya refinerías a distancia económicamente accesible, o cuando la necesidad de disponer de los combustibles residuales, haga más conveniente instalar una nueva refinería), es siempre más económico ampliar la capacidad de plantas ya existentes.

3. La disponibilidad del gas permite, un mejor aprovechamiento del petróleo crudo. El combustible residual que el gas sustituye puede emplearse más convenientemente como carga en plantas de reproceso, y convertirse parcialmente en refinados ligeros de muy alto valor. El combustible desplazado también puede exportarse.

4. La disponibilidad del gas permite, asimismo, un empleo más conveniente y flexible de sus diversas componentes así como de los derivados del petróleo, que son materias primas de la petroquímica.

Condiciones para el aprovechamiento del gas.

1. Hasta hace relativamente poco tiempo el gas natural carecía de valor o lo tenía muy escaso. El descubrimiento de gas, cuando se perforaba en busca de petróleo, se tenía por un fracaso. Y en los yacimientos de aceite, ora conside-

rado como un compañero molesto y debía quemarse en la atmósfera. Sólo cuando los gasoductos pusieron en contacto mercados potencialmente grandes con los yacimientos de gas, se reconoció el verdadero valor de este hidrocarburo.

2. Sin embargo, el aprovechamiento del gas natural tiene limitaciones: en tanto que el manejo de los combustibles líquidos es flexible y variado, el gas natural es rígido y restringido.

a) Tanto el petróleo crudo como los refinados pueden almacenarse en los campos productores, en las refinerías, en las terminales de ventas e inclusive en tanques de los consumidores.

El gas natural no se almacena sobre la superficie sino que requiere un flujo continuo y equilibrado entre la producción y el consumo.

b) Los combustibles líquidos pueden transportarse no solamente por tubería, sino a granel en carros y auto-tanques, y en tambores y otros envases. Esta variedad de posibilidades de transporte permite llevar los combustibles líquidos, aún en cantidades pequeñas, hasta lugares remotos y casi inaccesibles. El gas natural, en cambio, sólo puede transportarse económicamente por tuberías; no puede usarse en pequeña escala y las zonas de consumo están limitadas a las inmediaciones de los gasoductos, y, aún en estos sitios, requieren tuberías de distribución.

Las consecuencias son las siguientes: El petróleo crudo puede aprovecharse en un tiempo relativamente corto después de descubrirse un campo productor. Inclusive, antes de disponer de oleoductos pueden emplearse otros medios de transporte para llevarlo a las refinerías desde los tanques de almacenamiento de los campos. Tal fué el caso, durante varios meses, del crudo de Angostura, en la Cuenca de Veracruz, que se movió por ferrocarril antes de terminarse el oleoducto al Puerto de Veracruz. No ocurre lo mismo con el gas natural. Para ser utilizado requiere que el gasoducto esté instalado, y preparadas, también las instalaciones de distribución.

## En resumen:

a) El transporte y la distribución del gas natural requieren una mayor inversión fija que el petróleo y sus derivados.

b) El aprovechamiento del gas natural es más retardado que el de petróleo crudo. Existe la tendencia a un uso muy lento de la reserva. Es decir, normalmente, el problema no será de producción, sino de mercados accesibles.

3. Por otra parte, el gas trae frecuentemente consigo hidrocarburos licuables. Si desde un aspecto éstos tienen valor por sí mismos y se emplean independientemente, desde otro dificultan el manejo del gas. Deben separársele en plantas de absorción, antes de manejarlo en los gasoductos. El gas llamado seco, por carecer o tener una proporción mínima de tales hidrocarburos, no requiere ser procesado y puede enviarse directamente a los gasoductos.

Por último, hay yacimientos que producen gas amargo, llamado así por su contenido de ácido sulfhídrico. Para ser aprovechado, debe purificarse.

Resulta de lo dicho que hay tres condiciones para que el gas natural pueda aprovecharse:

- a) Mercados amplios y económicamente accesibles.
- b) Plantas de tratamiento: purificadoras y de absorción.
- c) Gasoductos.

Como ya hemos visto en el capítulo de generalidades, el gas natural se produce ya sea asociado con el petróleo, asociado con destilados o solo. En el primer caso, se le libera del aceite crudo (petróleo) en baterías de separación y se le deja listo para ser transportado por gasoducto. En el segundo caso, se le separan los destilados ya sea en baterías de separación o en plantas de absorción. En ambos casos el gas restante es "húmedo". En el tercer caso, el gas natural puede ser "húmedo" cuando contiene hidrocarburos licuables o líquidos que pueden separarse para obtener la llamada gasolina natural y los gases licuables (propanos y butanos); o bien el gas es "seco" cuando sólo contiene huellas de tales hidrocarburos y, por lo tanto, no requiere tratamiento alguno para ser puesto en el mercado.

Las grandes reservas de gas natural descubiertas se tornan útiles al país, se hacen disponibles al servicio del país, mediante plantas de tratamiento cuyo eje central lo constituyen las plantas de absorción. En estas plantas se obtiene el gas seco y, a falta de mercado para dicho combustible, el primer paso es reinyectarlo al mismo yacimiento en espera de la creación del mercado. El gas seco está constituido por metano, etano y un 50% del propano que se encontraba originalmente entre los componentes del gas húmedo. Por ejemplo, el gas húmedo extraído del campo José Colomo se descompone, una vez procesado, por el 94.24% de su volumen en gas seco combustible y el 5.76% de dicho volumen lo constituyen productos líquidos. La separación de los constituyentes gaseosos y líquidos de una corriente de gas húmedo se practica en todo el mundo reteniendo a los segundos, en un aceite con el que se lava el gas, en una planta de absorción de la que emergen, el gas seco residual, por un lado, y los líquidos por otro.

Una vez transportado el gas (gas seco combustible), lejos del campo, es obligatorio su aprovechamiento total lo cual no es indispensable cuando existe una planta de absorción cercana al mismo, ya que los excedentes no utilizables del gas seco pueden reinyectarse al yacimiento y permanecer, en cierta forma, almacenados para su ulterior disponibilidad.

### **Plantas de absorción**

El tratamiento del gas natural se realiza en plantas purificadoras que le quitan compuestos de azufre y en plantas de absorción en donde son recuperados los hidrocarburos licuables que trae consigo el gas llamado "húmedo".

A diferencia de las refinerías, las plantas de absorción deben construirse en la proximidad de los campos productores, por dos razones:

a) Muchas veces, será necesario reinyectar el gas al yacimiento para mantener las presiones o, simplemente, recircularlo con objeto de recuperar un mayor volumen de hidrocarburos licuables, operaciones éstas que deben hacerse después de procesar el gas en las plantas de absorción;

b) el manejo del gas húmedo no puede hacerse a distancias muy largas, porque la condensación de los líquidos lo dificulta y obstruye las tuberías con una gran pérdida de eficacia y economía en el manejo de los gasoductos.

Los hidrocarburos licuables obtenidos en las plantas de absorción son ligeros: butano, propano y gasolina natural; y medios: kerosina y diésel. Normalmente estos hidrocarburos necesitan terminarse en plantas de refinación, para recibir las características con que deben entregarse al mercado. Por consiguiente, las plantas de absorción funcionan normalmente en combinación con refinerías. La planta de Reynosa se combina con la refinería del mismo lugar; la de Poza Rica con las refinerías de Atzacotalco, Salamanca y Tampico; y la de Ciudad Pemex con la de Minatitlán.

### **Planta de absorción de Poza Rica**

El gas natural de Poza Rica y campos de la Nueva Faja de Oro se encuentra asociado con el petróleo, el cual se conduce a una serie de baterías donde se separa, se mide y se respresiona para enviarse a las plantas a través de una red de gasoductos de recolección. La potencia de las compresoras instaladas en estas baterías es de 21 410 caballos de fuerza. El gas que se obtenga de las últimas áreas productivas desarrolladas requerirá la instalación de cabalaje adicional para hacerlo llegar a las plantas de tratamiento. Estas plantas cumplen tres finalidades: el mantenimiento de las presiones del yacimiento, el tratamiento del crudo y el proceso del gas, además de los servicios auxiliares para llevar a cabo estas operaciones. Aunque todas las instalaciones operan conjuntamente, sin embargo trataremos específicamente de las destinadas al tratamiento del gas, las cuales se mencionan a continuación:

**Plantas purificadoras de gas.** El objeto de estas plantas es separar del gas amargo que viene de los pozos, el anhídrido carbónico  $\text{CO}_2$  y el ácido sulfhídrico  $\text{H}_2\text{S}$ . Los gases ácidos que se separan son carga para la planta recuperadora de azufre o en su defecto se queman en la atmósfera.

**Planta recuperadora de azufre.** El azufre producido en estas plantas se obtiene oxidando parcialmente los gases ácidos provenientes de las plantas purificadoras y reaccionando en presencia de catalizador de bauxita.

**Plantas de absorción.** Estas plantas recuperan los productos licuables que contiene el gas (gasolina natural, propano e isobutano).

**Planta deshidratadora de gas.** Sirven para eliminar el contenido de agua de las corrientes de gas antes de enviarlo al gasoducto para su consumo en el mercado.

**Planta de compresoras para reinyección del gas, ya seco, al yacimiento.**

Con las plantas para el tratamiento del gas de que dispone Petróleos Mexicanos en Poza Rica, es posible obtener los siguientes productos:

1) **Gas purificado y deshidratado** para inyectarse al yacimiento o para enviarse por gasoducto a México. Se le conoce también como gas comercial, seco o dulce.

2) **Propano**, que, en una primera etapa, se enviaba a México junto con el gas natural, y posteriormente por un propanoducto.

3) **Isobutano**, que se envía mezclado con el crudo a la refinería de Atzacapotzalco en donde, después de separársele aquél, se utiliza como carga de la planta de alquilación que elabora los gazaviones.

4) **Gasolina natural**, que se mezcla al crudo y se envía por oleoducto a las refinerías de Atzacapotzalco, Salamanca o Tampico, según los programas de elaboración.

5) **Azufre**, que se obtiene en las plantas recuperadoras, del ácido sulfhídrico que le ha sido quitado al gas en las purificadoras.

### **Planta de absorción de Reynosa**

La riqueza que la Nación posee en el subsuelo de la zona Noreste, está constituida principalmente por reserva de gas. En el área de Reynosa existen los tres tipos de gas natural ya enunciados. Dada la importancia del volumen de gas "húmedo" de que se dispone, se ha instalada una planta de absorción en la que se lleva a cabo la separación de la gasolina natural y de los gases licuables contenidos en este tipo de gas, mediante la cual queda disponible el gas "seco" para su distribución en los mercados nacional y de exportación. En esta zona, para un volumen de gas, de digamos 3.5 millones de metros cúbicos (300 mi-

llones de pies cúbicos), se obtiene un rendimiento de 8 mil barriles diarios en la recuperación de los hidrocarburos que constituyen la "humedad" del gas, en el siguiente orden:

	Barriles diarios
Propano	1 136
Butano	1 608
Super mexolina	4 497
Mexolina	316
Kerosina	273
Aceite diésel	189
Residuo	63
	<hr/>
T o t a l	8 082

Las plantas de absorción en Reynosa están diseñadas para operar a distintas presiones o a una sola presión manejando una sola corriente de gases o varias a diferentes presiones. El gas, después de dejar en un separador los condensados y el posible arrastre de crudos, pasa a los absorbedores donde es tratado con un aceite de absorción de bajo peso molecular (184). De aquí pasa a otros separadores de salida que retienen cualquier cantidad de aceite de absorción que se pudiera haber arrastrado y de ahí se manda al sistema de deshidratación que lo deja listo para ser entregado al consumidor. El aceite rico que se retira del fondo del absorbedor —el cual lleva en solución los hidrocarburos que le ha extraído al gas— es pasado a una cámara de ebullición en donde por abatimiento de la presión, deja en libertad parte de los hidrocarburos más ligeros, y el proceso continúa hasta lograr la separación de todos los componentes del aceite rico.

#### Planta de absorción de Ciudad Pemex

El gas natural que se obtiene de la Zona Sur (Tabasco) corresponde en su mayor parte al gas llamado "húmedo". Por ejemplo, el gas húmedo extraído del campo **José Colomo** se descompone, una vez tratado por el 94.24% de su volumen en gas seco combustible y el 5.76% restante lo constituyen productos líquidos. La relación de líquidos recuperables de este gas es la siguiente, para un volumen de 8.5 millones de metros cúbicos (300 millones de pies cúbicos) de gas seco por día:

CUADRO No. 18

Líquidos recuperables del gas natural en Ciudad Pemex

Líquidos recuperables.	Cantidad Brls./d.	Precio mayoreo Minatitlán	Valor total pesos
Gas licuado	5 670	37.88	214 779.60
Gasolina	11 230	81.88	919 512.40
Kerosina	750	23.85	17 887.50
Diésel	750	22 26	16 695.00
Total	18 400		1 168 874.50

No obstante que el gas seco representó en 1958 el 94.24% del volumen producido y los líquidos sólo el 5.76% de este volumen, el valor comercial de los productos líquidos es superior al valor del gas siendo el valor total de este último de \$ 750 000.00 a razón de \$ 2.50 el millar de pies cúbicos (28.32 m<sup>3</sup>). El valor comercial de los líquidos es mayor, y al mismo tiempo existe una demanda efectiva actual en el país (que de no producirse, ocasionarían importaciones inconvenientes), y, respecto al gas natural, este puede sustituir al combustible cuya elaboración siempre se ha significado por un excedente sobre las demandas del país, resultando así más urgente la utilización de los líquidos que la del gas.

En resumen, la mayor parte del gas natural producido en México proviene del gas asociado al petróleo y del gas húmedo con cantidades apreciables de líquidos recuperables, en consecuencia, tiene que ser procesado en plantas de tratamiento que reciben el nombre de purificadoras y de absorción, como ya hemos visto. El tratamiento consiste, en términos generales, en procesar las corrientes de gases húmedos de distintas clases para obtener los siguientes productos:

1) Anhídrido carbónico y ácido sulfhídrico (CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S);

7) En nuestro país no se llevan estadísticas de producción de gas natural separadamente para el gas proveniente de pozos de petróleo y de pozos de gas.

2) Destilados, y

3) Gas natural comercial (o dulce, o seco).

El gas comercial obtenido en las diferentes zonas petroleras de la República Mexicana, a la salida de las plantas de absorción, tiene, en por cientos de su volumen, las siguientes composiciones:

CUADRO No. 19

Composición del gas natural "seco" a la salida de las plantas de absorción

Conceptos	Poza Rica, Ver.	Reynosa, Tamps.	Ciudad Pemex, Tab.
Metano (CH <sub>4</sub> )	87.40 %	96.16 %	92.8 %
Etano (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	9.30	3.39	5.4
Propano (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	2.90	0.34	1.1
Butanos (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0.20	....	0.2
Pentanos (C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0.10	....	0.4
Hexanos y más pesados	0.10	....	0.1
Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	....	0.11	..
Acido sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	huellas	no tiene	no tiene

La industria del gas natural, en su aspecto de tratamiento en plantas, cobró gran importancia entre los años de 1947 y 1958. A principios de 1947, la capacidad de absorción (instalaciones de Poza Rica) era de 2.1 millones de metros cúbicos por día (75 millones de pies cúbicos), y en 1958 la capacidad de absorción aumentó a 246 millones de metros cúbicos (870 millones de pies cúbicos) diarios. Eran tres las plantas de absorción sobre las que descansaba esta capacidad: **Poza Rica**, 7.6 millones de metros cúbicos (270 millones de pies cúbicos); **Reynosa**, 8.5 millones de metros cúbicos (300 millones de pies cúbicos); **Ciudad Pemex**, también con 8.5 millones de metros cúbicos (300 millones de pies cúbicos).

En la actualidad la capacidad de absorción es de 35.1 millones de metros cúbicos (1 243 millones de pies cúbicos), constituida por ampliaciones en las plantas de absorción ya existentes y la instalación de una nueva planta en **La Venta, Tab.** Esta capacidad para tratamiento del gas natural extraído del subsuelo se descompone en la siguiente forma.

### CUADRO No. 20

#### Capacidad de las plantas de absorción

Plantas de absorción	Millones de m <sup>3</sup> /d	Millones de p <sup>3</sup> diarios
Poza Rica, Ver.	7.6	270
Reynosa, Tamps.	14.8	523
Ciudad Pemex, Tab.	8.5	300
La Venta, Tab.	4.2	150
<b>T o t a l</b>	<b>35.1</b>	<b>1 243</b>

En el presente año, 1963, se tiene proyectado ampliar la capacidad de la Planta de Ciudad Pemex a 15.6 millones de metros cúbicos diarios (550 millones de pies cúbicos) con lo que la capacidad de absorción aumentará a la cifra de 42.2 millones de metros cúbicos (1 493 millones de pies cúbicos).

#### Zonas productoras

Las principales zonas productoras de gas natural en México son las siguientes: 1) Frontera Noreste —Reynosa, Tamps., 2) Tampico Norte, 3) Tampico Sur, 4) Poza Rica, 5) Nueva Faja de Oro —San Andrés, 6) Veracruz Centro, 7) Istmo de Tehuantepec y 8) Tabasco-Campeche. Las zonas más importantes son: Reynosa, Tabasco-Campeche y Poza Rica, las cuales representaron conjuntamente el 92% de la producción total obtenida en 1958; en 1961 estas tres zonas representaron el 90% de la producción to-

tal. Para efectos estadísticos las zonas anteriores se clasifican en los cuatro grupos siguientes: Zona Norte, Zona Centro, Zona Sur y Distrito de Poza Rica. La producción de gas natural en el periodo de 1958 a 1961, de acuerdo con esta clasificación, se muestra en el cuadro No. 21.

### CUADRO No. 21

#### Producción de gas natural en México, (a) 1958 a 1961

—miles de metros cúbicos—

CONCEPTOS	1958	1959	1960	1961
T O T A L	7 437 727	9 327 768	9 664 829	10 209 734
Zona Norte	2 923 832	3 510 099	3 891 441	4 492 183
Distrito Noreste - Reynosa	2 776 150	3 138 249	3 427 190	3 801 339
Distrito Norte - Tampico	84 755	304 194	350 30	434 011
Distrito Sur. - Tampico	62 927	67 656	113 950	256 833
Zona Centro	12 877	7 657	5 485	10 467
Cuenca del Papaloapan	12 877	7 657	5 485	10 467
Zona Sur	1 896 520	3 288 676	3 659 246	3 904 550
Istmo de Tehuantepec	149 210	141 553	153 702	132 533
Tabasco	1 747 310	3 147 123	3 505 544	3 772 017
Distrito Poza Rica	2 604 498	2 521 336	2 108 656	1 802 534
Poza Rica	2 353 591	2 340 201	1 959 652	1 665 273
Nueva Faja de Oro	250 907	181 135	149 104	137 261

Fuente: Dirección General de Estadística.

a) Sólo se incluye el gas húmedo extraído de los pozos.

En el cuadro No. 22 se presenta una serie larga (1932-1961) de la producción de gas natural por zonas y distritos, en las que se puede apreciar la antigüedad de cada zona en sus actividades productivas.

### **Zona Sur (Tabasco Occidental)**

En esta zona, que forma parte de la Cuenca Salina del Istmo, el gas se produce asociado con el petróleo, en los nuevos campos productores de aceite: "La Venta", "Ogarrio" y "Magallanes". Las reservas de gas son de importancia y, con la construcción del gasoducto Ciudad Pemex-Ciudad de México-Salamanca, es posible aprovechar industrialmente volúmenes cada vez mayores de este gas. Su empleo se ha visto favorecido con la instalación de la planta de absorción de La Venta y El Plan.

### **Zona Sur (Tabasco Oriental)**

Estos yacimientos abarcan desde la región de Macuzpana, en el centro del Estado de Tabasco, hasta una parte del Estado de Campeche. Se produce gas y, en pequeña escala, aceite. Por sus reservas de gas, su capacidad de producción y sus posibilidades de desarrollo, figura, con la de Reynosa, entre las principales zonas productoras de gas del Continente. Existen varios campos productores, de los cuales el principal es el de "José Colomo", que tiene cinco arenas productoras. El gas es húmedo, más rico en hidrocarburos licuables que los de Reynosa y Poza Rica. Esta zona se encuentra apenas al principio de su desarrollo, y sus perspectivas son muy considerables, tanto por la probabilidad, cuanto por la extensión de la cuenca sedimentaria (30 000 Km<sup>2</sup>). Apenas una parte mínima ha sido explorada; pero la riqueza de los yacimientos que se han descubierto hasta ahora, permite augurar un desarrollo similar al de la zona noreste. La operación y desenvolvimiento de los campos se dificulta por la abundancia de pantanos y porque los terrenos son en su mayor parte inundables. El desenvolvimiento de esta región productora estuvo detenido, y durante varios años estuvieron cerrados los pozos productores de gas (y algunos de ellos lo están todavía) por las mismas razones que en el noreste: lentitud en el uso de las reservas probadas por las limitaciones de los mercados accesibles. La primera fase de la utilización de este gas

CUADRO No. 22

## PRODUCCION DE GAS NATURAL EN LAS ZONAS Y DISTRITOS QUE SE INDICAN,

AÑOS de 1932 a 1961 (a)

millones de m<sup>3</sup>

AÑOS	TOTAL REPU- BLICA MEXICANA	ZONA NORTE				ZONA CENTRO	DISTRITO de POZA RICA			ZONA SUR		
		DISTRITO HORESTE REYNOSA	DISTRITO NORTE TAMPICO	DISTRITO SUR	SUMA ZONA NORTE	CUENCA DEL PAPA- LOAPAN	POZA RICA	NUEVA FAJA DE ORO	SUMA DISTRITO DE POZA RICA	ISTMO DE TEHUAN- TEPEC	TABASCO	SUMA ZONA SUR
1932	154.6										154.6	154.6
1933	183.4										183.4	183.4
1934	183.7										183.7	183.7
1935	210.7										210.7	210.7
1936	226.2										226.2	226.2
1937	148.5										148.5	148.5
1938	682.3						533.7		533.7		148.5	148.5
1939	906.3						792.2		792.2		114.1	114.1
1940	926.4						834.1		834.1		92.3	92.3
1941	883.3						798.4		798.4	84.9		84.9
1942	835.7						760.6		750.5	85.1		85.1
1943	675.4						611.5		611.5	63.9		63.9
1944	689.1						624.7		624.7	64.4		64.4
1945	746.6	6.7			6.7		669.0		669.0	71.0		71.0
1946	737.8	21.6			24.8		633.0		633.0	80.0		80.0
1947	930.9	31.6			31.6		807.3		807.3	92.0		92.2
1948	1 008.1	74.6			74.6		855.3		855.3	78.2		78.2
1949	1 270.3	139.5		126.1	265.5		925.6		925.6	73.9	5.1	79.0
1950	1 762.0	138.0		123.4	261.3		1 403.1		1 403.1	90.1	7.2	97.3
1951	2 422.3	297.5		70.7	368.2		1 935.1		1 935.1	109.1	9.8	118.9
1952	2 648.7	328.5		42.4	370.9		2 125.0	6.6	2 131.6	130.5	15.5	146.0
1953	2 644.7	405.1		42.5	447.5		1 947.1	107.1	2 054.8	116.7	25.6	142.3
1954	2 659.4	508.9		50.0	558.8	1.2	1 724.2	249.0	1 973.2	97.9	28.1	125.9
1955	3 392.0	747.2		50.4	797.5	9.0	2 026.1	378.2	2 404.3	109.7	71.2	180.9
1956	3 544.0	879.9	10.1	57.9	947.8	22.2	1 996.6	379.5	2 376.1	110.3	87.3	197.5
1957	4 642.5	1 586.6	74.3	62.3	1 723.0	17.1	2 271.0	363.9	2 634.9	121.2	146.1	267.3
1958	7 437.7	2 776.1	84.7	62.9	2 923.7	12.9	2 353.6	250.9	2 604.5	149.2	1 747.3	1 896.5
1959	9 328.0	3 168.2	304.2	67.6	3 539.9	7.6	2 340.2	181.1	2 521.3	141.5	3 147.1	3 288.6
1960	9 665.0	3 427.2	350.3	113.9	3 891.3	5.4	1 959.5	149.3	2 108.8	153.7	3 505.5	3 659.2
1961	10 209.7	3 801.3	434.0	256.8	4 492.1	10.5	1 665.3	137.3	1 802.6	132.5	3 772.0	3 905.5

Fuente: Petróleos Mexicanos.

(a) Sólo se incluye el gas húmedo extraído de pozo.

consistió en la recirculación al yacimiento de "José Colomo", después de pasar por una planta de absorción y, además, constituyó un paso previo indispensable para disponer del gas por gasoducto. En la actualidad este yacimiento se encuentra ligado al gasoducto que abastece al Valle de México y Salamanca y puntos intermedios, dado que desde un principio se determinó que el uso más conveniente de las reservas de gas de Macuzpana-Campeche consistía en su empleo como combustible industrial, como se verá en la parte correspondiente de mercado.

### **Zona Noreste**

La capacidad de producción de la Zona Noreste es muy superior al consumo. Deben mantenerse cerrados un buen número de pozos por falta de mercados accesibles. El uso de las reservas ha sido lento. Su incremento ha sido mayor que el del consumo y, en consecuencia, el desarrollo ha tenido que frenarse, y ya hemos visto que no es conveniente desenvolver un campo o una zona productora de gas natural, mientras no pueda hacerse un uso adecuado de las reservas de que se dispone actualmente.

### **Distrito de Poza Rica**

El gas que se produce en estas zonas se encuentra asociado con el petróleo en yacimientos de aceite. Los campos se han caracterizado por su alta relación de gas. El gas de estas zonas es húmedo, rico en hidrocarburos licuables y, en buena proporción, "amargo", es decir, que contiene anhídrido carbónico y ácido sulfhídrico. En la actualidad, el empleo más conveniente del gas producido en estas zonas es la reinyección, en especial al yacimiento de Poza Rica, con objeto de contribuir al programa de recuperación secundaria del mismo, prolongar su vida productiva y obtener una mayor recuperación final de hidrocarburos. La reinyección del gas al yacimiento se realiza una vez que ha sido purificado, quitándole su contenido de azufre, y que se le han extraído, en plantas de absorción, los valiosos hidro-

carburos líquidos que contiene. El mismo empleo preferente debe darse al gas de San Andrés y de otros campos de la región, en cuanto sea indicado el empleo de métodos de recuperación secundaria. El excedente de gas, se envía por gasoducto al Valle de México, para su consumo industrial, en calidad de combustible y de materia prima para fertilizantes.

### **Zona Centro**

Las reservas de gas de la Cuenca de Veracruz, o Cuenca del Papaloapan, no son del mismo orden que las de Reynosa o Colomo, aunque no por esto dejan de ser valiosas. Las limitaciones en el consumo, para disponer del gas de estos campos, han restringido también su desarrollo. Su ubicación permite un aprovechamiento marginal a las instalaciones del gasoducto Ciudad Pemex-Ciudad de México. Al contar con un medio para el aprovechamiento comercial del gas, se justifica un incremento en las perforaciones de exploración que, sin lugar a dudas, proporcionarán mayores reservas.

### **Estadísticas de producción de gas natural en México**

No se puede conocer con exactitud toda la cantidad de gas que aflora a la superficie porque una gran cantidad del mismo, especialmente del gas asociado al petróleo, se pierde al dejarlo difundirse en el aire o al quemarlo y este volumen es difícil de cuantificar; por otro lado, tampoco se llevan registros sobre la cantidad total de gas que usan en sus operaciones mecánicas las industrias del petróleo y la del gas. Las estadísticas de producción en México adolecen, como en todas partes, de esta falta de precisión. En consecuencia los datos sobre producción de gas se refieren al gas extraído del subsuelo, que ha sido posible cuantifi-

CUADRO No. 23  
**PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE GAS NATURAL, HUMEDO Y SECO,  
 EN LA REPUBLICA MEXICANA DE 1939 a 1961. (a)**

millones de m<sup>3</sup>

AÑOS	PRODUCCION TOTAL		PUERTO EN TRATAMIENTO		VENTAS AL PAIS		VENTAS AL EXPORTACION		USADO EN OPERACION (b)		INYECTADO APOZOS (c)		PERDIDAS (d)		QUEMADO EN LA ATMOSFERA	
	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
1939	973	100							186	19			787	81		
1940	986	100			2	(o)			166	17			818	83		
1941	998	100			4	(o)			160	16			833	84		
1942	919	100			1	(o)			132	15			786	85		
1943	770	100			1	(o)			157	20			612	80		
1944	846	100			1	(o)			243	29			601	71		
1945	908	100			(o)	(o)			249	27			659	73		
1946	899	100			(o)	(o)			279	31			619	69		
1947	1 076	100			2	(o)			286	27			788	73		
1948	1 127	100			57	5			242	21			828	73		
1949	1 269	100			107	8			470	37			693	55		
1950	1 794	100			115	8			558	31			1 121	61		
1951	2 523	100			328	12			443	18	56	2	1 696	68		
1952	2 706	100			472	13			403	15	225	8	1 606	62		
1953	2 718	100	357	13	462	18			453	17	252	9	1 174	44		
1954	2 763	100	349	13	510	19	(o)	(o)	495	18	275	10	1 104	40		
1955	3 486	100	334	10	740	21	(o)	(o)	535	15	296	9	1 580	45		
1956	3 648	100	337	9	818	23	(o)	(o)	763	21	421	11	1 279	35		
1957	4 695	100	369	8	1 011	22	381	8	1 022	22	564	12	1 348	24		
1958	7 574	100	388	5	1 395	19	1 362	18	1 359	18	1 638	22	1 432	18		
1959	9 507	100	341	4	1 673	17	1 517	16	1 088	11	3 391	36	237	2	1 258	13
1960	9 845	100	380	4	2 116	21	1 387	14	1 001	10	3 647	37	236	2	1 068	11
1961	10 303	100	196	2	2 898	28	1 524	15	1 133	11	3 066	29	243	2	1 338	13

Fuente: Petróleos Mexicanos.

- a) Se incluye gas húmedo extraído de los pozos; se incluye el gas seco de refineries y las regalías a favor de "Pemex".
- b) En la columna usado en operación de 1939 a 1958 se incluye el inyectado a pozos.
- c) De 1951, (año en que se inició la inyección de gas a pozos), a 1958 se estimaron las cantidades inyectadas.
- d) En la columna pérdidas se incluye el gas quemado en la atmósfera de 1939 a 1958.
- (o) menor que la unidad.

ficar. Además, solamente a partir de 1959 se llevan registros separadamente para el gas quemado en la atmósfera y las pérdidas, y para el gas usado en operación y el inyectado a pozos. Las cantidades que se mencionan como gas puesto en tratamiento deben referirse al gas sulfhídrico del que se extrae el azufre.

En el Cuadro No. 23 se muestra la producción del gas extraído del subsuelo, mencionando todos sus destinos inmediatos, el cual se complementa con el Cuadro No. 24 que muestra la producción total de gas natural a partir de 1932. Las diferencias en los datos de la producción total de ambos cuadros provienen de que en un caso se suma al gas extraído del subsuelo el gas seco obtenido en las refineras y regalías a favor de Pemex. Sin embargo, estos dos conceptos representan pequeños porcentajes en relación con la producción total de gas húmedo y "seco". El término "seco" significa en este caso, precisamente, el pequeño volumen de gas obtenido en los procesos de refineras.

Del Cuadro No. 24 que se refiere a la producción de gas natural a partir de 1932 se observa que hasta 1938 la producción fué muy irregular y de pequeñas magnitudes, variando en cifras que van desde 150 a 225 millones de metros cúbicos anuales. En 1938, fecha de la expropiación petrolera, la producción del gas aumentó hasta ser de 682 millones de metros cúbicos; el volumen extraído en 1947 fué de 931 millones y, aunque la producción durante este período (1938-1947) fué un tanto irregular, sin embargo se puede apreciar una tendencia de incremento siendo éste de 3.5% anual. Hasta 1947 no se aprovechaba el gas natural extraído del subsuelo, excepción hecha de pequeños porcentajes que se utilizaban en la operación de las plantas y equipos con que contaba la industria petrolera, una vez que pasó a ser propiedad de la nación.

CUADRO No. 24

PRODUCCION ANUAL Y PROMEDIO DIARIO DE PRODUCCION  
DE GAS NATURAL EN LA REPUBLICA MEXICANA

Millones de M<sup>3</sup> y de P<sup>3</sup>

Años	Producción Anual		Producción Diaria	
	M <sup>3</sup>	P <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	P <sup>3</sup>
1932	155	5 357	(o)	15
1933	183	6 473	(o)	18
1934	184	6 485	(o)	12
1935	211	7 441	(o)	20
1936	226	7 989	(o)	22
1937	148	5 245	(o)	14
1938	682	24 093	2	66
1939	906	32 003	2	88
1940	926	32 713	2	89
1941	883	31 190	2	85
1942	836	29 509	2	81
1943	675	23 851	2	65
1944	689	24 334	2	66
1945	747	26 363	2	72
1946	738	26 053	2	71
1947	931	32 871	2	90
1948	1 008	35 596	3	97
1949	1 270	44 853	3	123
1950	1 762	62 212	5	170
1951	2 422	85 533	7	234
1952	2 649	93 526	7	255
1953	2 645	93 387	7	256
1954	2 659	93 904	7	257
1955	3 391	119 771	9	328
1956	3 544	125 134	10	342
1957	4 642	163 930	13	449
1958	7 438	262 626	20	719
1959	9 328	330 296	25	902
1960	9 665	341 265	26	934
1961	10 210	360 515	28	988

(o) Menor que la unidad.

FUENTE: Petróleos Mexicanos.

El aprovechamiento del gas natural en beneficio del desarrollo económico del país arranca del año de 1948 cuando se vendieron en el país 57 millones de metros cúbicos en comparación con una producción de 1 008 millones de metros cúbicos, o sea que se inició este aprovechamiento con un nivel muy bajo representado por el 5.6% de la producción total. De hecho, el aprovechamiento del gas natural puede situarse entre los años comprendidos de 1947 a 1958. A partir de aquel año la producción de gas natural ha venido aumentando constantemente con un ritmo de incremento anual de 18.7%. En 1961 se tuvo una producción considerable, siendo de 10 210 millones de metros cúbicos de la cual se aprovechó el 27.8% para ventas interiores, y el 10.8% se usó en las operaciones de las diversas instalaciones de la industria petrolera mexicana; el gas inyectado a pozos representó en dicho año 29.5%, y las ventas de exportación el 14.6%.

### **Desperdicio de gas y quemado en la atmósfera**

En los comienzos de nuestra industria petrolera, pero sobre todo durante el auge (1918 a 1924) se extrajeron enormes volúmenes de gas natural, producción que nunca se aprovechó comercialmente, excepción hecha de cantidades muy pequeñas usadas como combustible por la misma industria petrolera. Esa enorme riqueza se quemó en la atmósfera prosiguiéndose esta práctica viciosa más tarde, cuando se comenzó a explotar el yacimiento original de Poza Rica, debido a la escasez de recursos financieros. Pero, sobre todo, la circunstancia de que la gran mayoría del gas natural que se explota en México corresponde al gas asociado con el petróleo, ha motivado que sea inevitable la pérdida del gas, puesto que, de cualquier manera debe extraerse el petróleo, el cual cuenta y ha contado con una gran demanda en el país.

En la actualidad, los desperdicios del gas natural se han reducido en lo económicamente posible posponiendo la explotación de varios de los campos de gas descubiertos por Pemex, en particular la de aquellos de potencialidad no totalmente definida aún y cuya lejanía de los centros consumidores actuales no justifican, por el momento, la construcción de instalaciones de explotación y líneas de transporte. Es así, que, en 1939 y 1940, las pérdidas de gas natural y el quemado en la atmósfera representaron en conjunto el 81 y el 83% del gas extraído del subsuelo; en 1947

la relación bajó a 73%, a 19% en 1958 y 17% en 1961, lo cual es una indicación irrefutable de que cada vez se aprovechan mayores cantidades de este recurso natural. Puede decirse que dicho aprovechamiento se inició realmente desde 1946 o, más exactamente, a partir de 1947, cuando comenzaron a operar las plantas de tratamiento de gas en Poza Rica.

### Usado en operación e inyectado a pozos

A partir de 1959 se presentan en las estadísticas petroleras del país, datos exclusivamente para el gas inyectado a los yacimientos; antes de dicho año se incluía en el concepto "usado en operación". El gas inyectado a pozos representó en 1959 el 35.6% de la producción total; en 1960, el 37%, y en 1961, el 29.5%, lo que parece indicar una tendencia a reinyectar menores volúmenes de gas proporcionalmente al extraído del subsuelo. Cuando el gas se reinyecta al yacimiento con fines diferentes a las prácticas de recuperación secundaria de aceite se le llama a esta operación recirculación o simplemente de almacenamiento para el día que llegue a necesitarse. Como estas prácticas requieren de instalaciones costosas es de suponerse que todavía no se realicen en México de una manera consciente y sistemática; simplemente, las reservas de gas natural se aprovechan en forma limitada por falta de un desarrollo del mercado.

El gas usado en operación representa entre el 10 y 11% del total de gas extraído del subsuelo, coeficiente que corresponde a los años de 1959 a 1961 en que se especifica claramente cantidades para esta clase de uso.

De 1939 a 1958 el coeficiente que representa conjuntamente las dos clases de destinos del gas que estamos analizando, es muy variable y los porcentajes van del 17 al 40%, siendo un tanto inexplicables estas variaciones ya que, aún después de 1951, fecha en que se inician las prácticas de reinyección de gas, se tienen coeficientes del orden del 20 y del 23%, y en los primeros años de la serie el sólo gas usado en operación representaba coeficientes mayores al 11% o sea entre el 17 y el 37%.

La reinyección del gas se emplea principalmente en Poza Rica y la Nueva Faja de Oro para prolongar la vida de los yacimientos, explotarlos con el menor costo y el mayor tendimien-

to; sin embargo, se puede prescindir de este procedimiento y mantener la presión mediante empuje hidráulico, máxime si no hay necesidad de explotar los yacimientos en gran escala.

Los métodos de recuperación secundaria se iniciaron en Poza Rica en marzo de 1951 con la inyección de agua, y en octubre del mismo año, con la inyección de gas al yacimiento, prácticas éstas que mejoraron notablemente las condiciones de explotación del campo. Se comenzó inyectando un promedio de 617 mil metros cúbicos (21.8 millones de pies cúbicos) de gas y un total de agua superior a 7 millones de metros cúbicos (40 mil barriles diarios), durante los primeros tres años. Por el año de 1955 se estaban inyectando 16 mil metros cúbicos-día (100 barriles-día) de agua, y se proyectaba en un futuro próximo llegar a inyectar 200 mil barriles diarios de agua y 2.26 millones de metros cúbicos (80 millones de pies cúbicos) diarios de gas, con lo que se calculaba una recuperación adicional de 51.6 millones de metros cúbicos de aceite. Junto con la recuperación bajo métodos secundarios de explotación (gas lift y bombeo mecánico) introducidos hacia finales de 1954, se esperaba lograr una recuperación final del orden de 300 millones de metros cúbicos de aceite (1 887 millones de barriles).

No reporta ventaja alguna reinyectar el gas natural en los siguientes casos:

- a) Si el gas se puede emplear como combustible, en vez de petróleo;
- b) Si el gas, una vez terminada la explotación del petróleo, ya no se recupera;
- c) Si el costo de la reinyección es alto.

Hay ventajas en los siguientes casos:

- a) Cuando el gas no tiene demanda y el petróleo y sus derivados se pueden vender a precios altos;
- b) Cuando después de terminar la explotación del petróleo continúa la explotación del gas, de tal manera que el gas solamente se almacenó en un depósito subterráneo para utilizarlo en el futuro;
- c) Cuando el costo de operación es bajo en relación al valor del petróleo recuperado.

Entre quemar el gas sin provecho alguno y reinyectarlo al yacimiento, puede ser preferible lo último, pero no parece razonable reinyectarlo precisamente cuando se proyecta utilizar la mayor cantidad de este elemento en beneficio del país. Por otro lado, se afirma que no es verdad que se aumente la recuperación de las reservas por el método de mantenimiento de la presión, represionamiento, reinyección de aire, gas o agua, especialmente tratándose de campos donde la producción proviene de calizas o cuando existe empuje hidráulico natural, como es el caso por ejemplo de Poza Rica.

### **Gas natural disponible para la venta al país o para su exportación**

A fin de obtener la producción neta de gas natural disponible para la venta del país y para su exportación, es necesario restarle al gas extraído del subsuelo, las pérdidas, lo quemado en la atmósfera, el gas inyectado a pozos y el usado en operación dentro de la misma industria petrolera. En realidad, el gas usado en operación forma parte del consumo nacional pero por el momento conviene tratarlo aparte a fin de precisar la oferta del gas natural para satisfacer las demandas de la industria, el comercio y la de los consumidores domésticos, así como lo disponible para su exportación.

La oferta de gas natural proveniente de la producción nacional para su venta en el país y para la exportación, dejaremos su análisis para la parte correspondiente al mercado del gas natural; por el momento nos concretaremos a puntualizar que las primeras, o sean las ventas interiores, se iniciaron en cantidades dignas de consideración sólo hasta el año de 1948, y las segundas hasta el año de 1957. Estos volúmenes representaron respectivamente en sus inicios el 5% y el 8% de la producción total de gas natural. En 1961 ambas clases de ventas representaron respectivamente, el 28% y el 15%.

### **Costos de producción del gas natural.**

La determinación de los factores que intervienen en los costos de producción del gas natural presenta dificultades contables de diversa índole, que se acentúan por tratarse de una actividad

que forma parte de una industria tan compleja como la del petróleo. Es más, las prácticas contables para el gas natural, aún dentro de una empresa descentralizada, varían de acuerdo con las características del gas extraído del subsuelo.

Por ejemplo el gas "seco", extraído así del yacimiento, no requiere tratamiento alguno, y puede enviarse directamente a los gasoductos para su distribución en el mercado, en cuyo caso se le puede considerar como un producto principal. Aunque existen yacimientos en nuestro país de esta clase de gas, no se le explota, o se hace en pequeñas cantidades que en realidad no afectan el promedio de los costos del gas en general. Por otra parte, repetimos, en nuestro país no se llevan estadísticas separadamente para el gas natural extraído de pozos de gas y de pozos de petróleo.

El gas que se explota en mayores cantidades en México corresponde al gas húmedo (de pozos de gas y de pozos de petróleo) que trae consigo, como ya se ha dicho, hidrocarburos licuables, elementos éstos que tienen valor por sí mismos y se emplean independientemente. Los factores de costos del gas natural de pozos de petróleo puede que estén ya incluidos en el costo del petróleo crudo; en cambio, pueden ser diferentes los elementos de costos en el caso del gas natural extraído de pozos de gas.

El gas seco obtenido en las refinerías puede considerársele como un subproducto de la refinación del petróleo crudo, y es usado como combustible en las instalaciones correspondientes junto con cantidades adicionales de gas que se toman de los gasoductos. Las cifras de producción de este gas, son insignificantes como puede apreciarse en el Cuadro No. 25.

En México, el costo del gas natural a boca de pozo es un factor enteramente desconocido, por lo menos, no existen estadísticas publicadas al respecto. Por ejemplo, en 1944 se indicaba la carencia del dato y sólo se podía asegurar que los costos serían muy bajos, "puesto que se desperdiciaba y por lo tanto no tenía valor".<sup>4</sup>

En relación con el problema de asignarle un valor al gas extraído del subsuelo, es conveniente plantear aquí el problema de la construcción de un índice de volumen de la producción de

---

8) Noriega José S. Op. Cit.

gas natural. A este respecto, tal vez sea conveniente descomponer el volumen inicial del gas natural húmedo y seco, en todos sus elementos que lo integran (gas dulce, etano, bióxido de carbono, gas sulfhídrico, y los líquidos de absorción) asignándoles sus valores correspondientes en el año base que se desee.

CUADRO No. 25

GAS SECO PRODUCIDO EN REFINERIAS

Años	metros cúbicos
1938	24 300
1939	30 201
1940	26 621
1941	30 251
1942	48 878
1943	29 004
1944	35 721
1945	34 100
1946	35 368
1947	30 935
1948	18 498
1949	28 449
1950	38 141
1951	70 625
1952	93 885
1953	117 702
1954	94 118
1955	95 540
1956	101 624
1957	106 053
1958	119 501
1959	232 040
1960	190 599
1961	223 469

Fuente: Petróleos Mexicanos.

En las estadísticas internacionales, a la producción bruta de gas natural (de pozos de gas y de pozos de petróleo) se le deduce el gas reinyectado a la formación y las pérdidas y desperdicios a fin de obtener la producción de gas puesta en el mercado, incluyendo usos en los campos petroleros. Esta producción se valoriza a los precios a boca de pozo y suponemos que estos precios se refieren al gas seco, a la salida de las plantas de absorción, ya que éstas se localizan, como hemos visto, en los mismos campos productores. A fin de tener una idea aproximada de los costos del gas natural seco, a boca de pozo, presentamos el Cuadro No. 26 que muestra el valor que se le asigna al gas seco: a) usado en los campos, b) usado en las refinerías y c) al gas natural disponible para su venta. Estos valores tienen exclusivamente fines contables.

Estadísticamente, siempre ha sido un problema la determinación del valor de la producción de la industria petrolera, así como de sus diferentes insumos. Es frecuente dividir a esta industria en dos grandes grupos: a) extracción de petróleo y gas natural y b) refinación de petróleo crudo y obtención de sus derivados. Como no es posible hacer una separación tajante de los grandes conceptos para determinar qué parte de los mismos corresponde a cada una de estas fases, para fines de estudios económicos se analiza la industria y se efectúan los cálculos respectivos considerando en su conjunto, es decir, abarcando todas las fases que la componen y que son exploración, extracción, refinación y distribución. Además, este procedimiento está de acuerdo con la realidad, ya que todas estas fases son controladas por una sola empresa que lleva una sola contabilidad para todas sus operaciones, y, aun para sus propios fines, les es casi imposible conocer, en ciertos casos, qué parte de sus gastos o de sus ingresos corresponde a cada una de sus fases productivas.

Otra situación muy diferente se presenta en el caso de las actividades desarrolladas por las empresas dedicadas al suministro del gas natural, en el nivel de servicio público, para las cuales uno de sus elementos de costos está determinado por el precio del gas natural que pagan a las "puertas de la ciudad" y de los cuales podemos tener idea aproximada observando el Cuadro No. 26.

De cualquier manera, el valor, o el precio del gas, para los distribuidores, comprende los siguientes elementos de costo: importe del gas a boca de pozo, transporte del gas, compresión y purificación del gas, que en porcentaje representa respectivamente

el 26.7%, 56.6% y el 16.7%. A su vez, los costos del transporte del gas dan lugar a los siguientes factores: amortización en X años sobre Z de inversión, intereses al X % sobre cantidades no amortizadas, y gastos de administración y operación del gasoducto; el total se distribuye entre la cantidad de gas transportado en un periodo determinado.

### CUADRO No. 26

#### VALOR PROMEDIO DEL GAS NATURAL SECO EN CAMPOS, REFINERIAS Y DISPONIBLE PARA LA VENTA

De 1956 a 1962

Años	Usado en los campos		Usado en las refineries		Disponibile para la venta	
	C/m. <sup>3</sup>	C/1 000 p. <sup>3</sup>	C/m. <sup>3</sup>	C/1 000 p. <sup>3</sup>	C/m. <sup>3</sup>	C/1 000 p. <sup>3</sup>
1956	\$ 0.053582	\$ 1.32	\$ 0.058550	\$ 1.66	\$ 0.04511	\$ 1.28
1957	0.053201	1.51	0.059673	1.69	0.04086	1.16
1958	0.056663	1.60	0.062859	1.79	0.03336	0.95
1959	0.066193	1.87	0.083843	2.37	0.03809	1.08
1960	0.055793	1.58	0.083126	2.35	0.03510	1.08
1961	0.062962	1.78	0.081606	2.31	0.04531	1.28
1962	0.067728	1.92	0.081673	2.31	0.05512	1.56

Fuente: Petróleos Mexicanos.

#### 5.—GASODUCTOS.

El transporte del gas natural desde los pozos en que se produce (o extrae), hasta el punto de recolección y de ahí a los puntos de utilización, pasando por una planta de absorción si el contenido de líquidos del gas lo amerita, sólo puede hacerse por gasoductos. Existen tres clases de gasoductos: de recolección, reinyección y transporte.

Los gasoductos son medios de transporte que deben desarrollarse cada vez con mayor amplitud para lograr un mejor servicio a los consumidores y un mayor aprovechamiento de los recursos de la industria petrolera.

En términos generales la operación de un gasoducto es similar a la de un oleoducto, con las siguientes diferencias principales:

- 1) En lugar de bombas se usan compresoras, que pueden ser reciprocantes o centrífugas. Estas últimas son de desarrollo más reciente y para manejo de grandes volúmenes de gas presentan apreciable ventaja sobre las reciprocantes.
- 2) Para mover las compresoras, generalmente se usan motores reciprocantes de gas o turbinas de gas, las que se adaptan muy especialmente para acoplarse a compresoras centrífugas, obteniéndose así un máximo de flexibilidad en la operación de los gasoductos.
- 3) No hay almacenamiento del gas natural en ningún depósito exterior a la tubería, la cual sirve para almacenar gas a alta presión, con el fin de servir como regulador a las variaciones de la demanda. A esta operación de almacenar el gas en la tubería se le llama "empacar la línea".

En términos generales, puede afirmarse que la técnica para el transporte del gas natural, a grandes distancias, se puso en práctica algunos años después de que se empezó a usar el gas, y tales sistemas han evolucionado a gran prisa; hoy en día es económico transportarlo a distancias superiores a 2 000 kilómetros gracias al creciente uso de fuertes volúmenes por transportar y a la existencia de un gran mercado consumidor.

El negocio de conducir el gas a los mercados tiene que basarse inicialmente en el consumo para combustible industrial y no doméstico. La distribución de gas para usos domésticos es una desviación inevitable de la distribución de combustible para las industrias; esa etapa se desarrolla posteriormente cuando ya se dispone del gas en la ciudad y cuando se han podido apreciar de cerca los problemas de construcción de las tuberías adicionales, las tarifas, la urbanización, etc. Puede decirse categóricamente que en nuestro país apenas se ha iniciado la etapa de la distribución de gas natural para combustible industrial, según veremos en el capítulo correspondiente al mercado de este producto.

Varios obstáculos se presentan en los proyectos de construcción de un gasoducto. Podemos mencionar, entre otros los siguientes:

Primero, según se piense aprovechar el gas en las cercanías de los pozos para producir energía eléctrica, o utilizar el gas en la producción de sustancias químicas, o en la fabricación de negro de humo, o para otros fines;

Segundo, según se piense utilizar el gas, una vez separados la gasolina y los gases licuables, reinyectándolo al mismo yacimiento a fin de obtener un rendimiento de petróleo más alto del que se espera lograr con los métodos ordinarios de producción. En relación con este problema se puede optar por conducir al mercado, por tuberías especiales, los gases licuables con objeto de atenuar la escasez de combustibles (aunque existen problemas técnicos a este respecto, es posible transportar gas natural licuado a bajas temperaturas);

Tercero, obstáculos temporales por escasez de algunos materiales o falta de financiamientos adecuados;

Cuarto, el transporte del gas natural a través de uno o más Estados puede también constituir un obstáculo según existan determinadas condiciones políticas que, afortunadamente, en nuestro país no se presentan.

Sobre el problema de quién debe construir los oleoductos o gasoductos, nos parecen aplicables al respecto los razonamientos que el Ing. José S. Noriega expresó allá por el año de 1944.<sup>9</sup> "En mi ánimo no existe duda alguna acerca de que la construcción y operación de los oleoductos y gasoductos encomendados a Pemex resultarían más costosas, lentas e ineficientes, que si las llevara a cabo una competente empresa particular. Pero al mismo tiempo hay que tener presente que la operación de los oleoductos y gasoductos para tener éxito completo, requiere la colaboración y buena voluntad de la empresa productora de petróleo, así es que no podría pensarse tampoco en que los oleoductos (o gasoductos) estuviesen en manos independientes del todo de la empresa oficial. Probablemente la mejor solución sería la de encomendar la construcción de los oleoductos y su operación posterior a una empresa filial de Pemex que se viese libre de ciertos defectos de organiza-

---

9) Noriega José S. "Influencia de los hidrocarburos en la industrialización de México". Monografías industriales del Banco de México, S. A. 1944

ción". Con excepción de dos o tres gasoductos que se construyeron hace muchos años para transportar el gas natural importado de los Estados Unidos, para abastecer a Monterrey y zonas fronterizas cercanas, todos los gasoductos (de recolección, reinyección y transporte) fueron construídos y han sido siempre operados por Pemex.

Sin embargo, el costo de los gasoductos básicos, cualquiera que resulte, representa una inversión que, a largo plazo, resultará relativamente baja, si se toma en cuenta la trascendencia social y económica de una más amplia distribución de los hidrocarburos con que cuenta el país.

En la planeación pública de las redes de oleoductos y gasoductos se ha tenido en cuenta la plena seguridad de encontrar nuevos campos petroleros así como el convencimiento de que contamos con grandes reservas probadas de gas que garantizan la operación de los sistemas por un número de años suficientes para recuperar la inversión realizada. Se supone que en estos planes también se tomaron en cuenta, desde un punto de vista nacional, todas las fuentes de abastecimiento de una área determinada así como la correspondiente demanda de la zona consumidora.

En 1946 existían en México solamente gasoductos de propiedad privada con un total de 372 kilómetros. Durante el período comprendido entre septiembre de 1947 y diciembre de 1952 Petróleos Mexicanos construyó gasoductos con una longitud de 744 kilómetros; en los cinco años siguientes la cifra aumentó a 1 300 kilómetros. A principios de 1960 México contaba con unos 1 600 kilómetros de gasoductos construídos y en operación.

En la actualidad hay alrededor de 2 882 kilómetros de gasoductos que transportan el gas producido en las distintas regiones petroleras del país a los mercados que a la fecha ha sido posible abastecer de este importante combustible. Conviene aclarar que en esta cifra no se incluyen los numerosos tramos de diferentes diámetros que se han tendido entre los yacimientos y las plantas de tratamiento y de absorción que sirven para recolectar el gas extraído y para reinyectar aquellos excedentes que por el momento no es posible consumir. Si consideramos estas últimas clases de gasoductos y los que sirven a los diversos usos industriales del Valle de México, nuestro país cuenta con un total de 4 054 kilómetros construídos y operados exclusivamente por Petróleos Mexicanos; a dicha cantidad habría que agregar los 372 kilómetros de

gasoductos construídos hace tiempo por empresas privadas (el de Reynosa, Tamps. a Monterrey, N. L. y el de San Pedro de Roma, Tamps. a Monterrey, N. L. con una longitud de 217 y 155 kilómetros respectivamente).

El desarrollo aproximado de los gasoductos construídos por Petróleos Mexicanos a partir de 1947, incluyendo todos los tipos de gasoductos, es como sigue:

	<b>AÑOS</b>	<b>Kilómetros</b>
	1950	702
	1953	729
	1955	774
enero de	1956	903
marzo de	1958	1 399
julio de	1959	1 718
julio de	1960	2 841
junio de	1961	4 046
diciembre de	1961	4 054

Fuente: Petróleos Mexicanos.

De acuerdo con los diámetros, los gasoductos construídos por Pemex, actualmente en operación se distribuyen como sigue:

<b>Diámetro en pulgadas</b>	<b>Kilómetros</b>
2	25.4
3	25.0
4	270.8
6	273.4
8	198.0
10	290.9
12	812.8
14	339.7
16	309.0
18	52.1
20	325.2
22	351.7
24	780.0

**Total** 4 054.0

Fuente: Petróleos Mexicanos.

Del total de gasoductos de todas clases construídos hasta la fecha, de acuerdo con las zonas actualmente en producción y sus mercados que abastecen, presentamos a continuación el desglose correspondiente, en el Cuadro No. 27.

### CUADRO No. 27

#### Gasoductos por zonas productoras en la República Mexicana

Zona Productora	Kilómetros
Zona Norte	1 777
Poza Rica	284
Zona Sur	245
Zona Centro	1 300
Cuenca del Papaloapan	189
Red de distribución en el Valle de Méx.	251
<b>T o t a l</b>	<b>4 046</b>

Fuente: Petróleos Mexicanos.

Cabe hacer la aclaración que la denominación en el cuadro anterior de "Zona Centro" está hecha más bien con criterio de mercado que de zona productora ya que se incluyen en ella tres importantes gasoductos: el de Poza Rica-Atzacapotzalco, D. F., el de Ciudad Pemex-México y el de México-Salamanca, que en conjunto tienen una longitud de 1 289 kilómetros. La red de distribución en el Valle de México se limita a abastecer de gas a importantes empresas industriales.

Los gasoductos que abastecen los mercados actuales de la República Mexicana, en el nivel de ventas de primera mano, o sea los operados exclusivamente por Petróleos Mexicanos comprenden tres áreas bien definidas: a) el Norte de la República Mexicana, b) la Zona Central y c) la Zona Sur, siendo abastecidas respectivamente con 54.5%, el 38.7% y el 6.8% de la capacidad de carga de la red de gasoductos principales, los cuales se muestran en el Cuadro No. 28.

## Gasoductos independientes

Hasta 1946 había solamente tres gasoductos en el país que transportaban el gas natural proveniente de los campos de Texas y de algunos pozos perforados en los alrededores de Ciudad Mier, Tamps. Uno de ellos conducía el gas hasta Nueva Rosita, Coah. y los otros dos a la Ciudad de Monterrey, N. L.: el de Reynosa, Tamps. y el de San Pedro Roma, Tamps.

CUADRO No. 28

### GASODUCTOS PRINCIPALES QUE ABASTECEN LA REPUBLICA MEXICANA

Gasoductos y zonas que abastecen	Kilómetros	Diámetro pulgadas (a)	Capacidad de carga miles m <sup>3</sup>
Mercado Zona Norte			
Brasil-Reynosa-Misión	81	12	2 266
Brasil-Matamoros	41	12	1 699
Reynosa-Monterrey	249	22	7 782
Monterrey-Monclova	173	10	850
Monterrey-Torreón			2 832
Monterrey-Chávez	309	16	
Torreón-Chávez	33	12	
Ojo Caliente-Empalme	9	8	
Roma a Saltillo	30	8	
Ramal Faila-Parras	23	4	
Monterrey-Cementos Hidalgo	38	4	142
Torreón-Chihuahua	428	12	1 416
Mercado Zona Centro			
Poza Rica-México	260	20	2 832
Ciudad Pemex-México	780	24	6 374
México-Salamanca	269	14	2 850
Mercado Zona Sur			
Angostura-San Pablo-Les			
Robles	84	4	707
Angostura-Veracruz	75	20	1 416
S U M A	2 882		31 166

(a) se anotó diámetro principal.

El gasoducto de Reynosa a Monterrey, tiene una longitud de 217 kilómetros y un diámetro de 31 cm. y una capacidad de... 1 416 000 m<sup>3</sup> diarios y es propiedad de la "Compañía de Gas Industrial de Monterrey, S. A."

El gasoducto de San Pedro de Roma a Monterrey tiene una longitud de 155 kilómetros, un diámetro de 31 cm. y una capacidad para transportar diariamente 1 416 000 m<sup>3</sup> de gas. Fue construido en 1926 por la "United Gas" de los Estados Unidos "y a pesar de tratarse de una empresa con fines de lucro, ha contribuido grandemente al desarrollo industrial de Monterrey".<sup>10</sup> Este gasoducto está relacionado con las actividades de la "Compañía Mexicana de Gas, S. A." establecida en Monterrey por el año de 1929, la cual operó al principio con gas butano importado de los pozos de Texas, y a partir de 1946 celebró contrato con Petróleos Mexicanos para comprarle el gas. En consecuencia, actualmente este gasoducto se liga con los campos productores de la Zona Norte.

### **Gasoducto Poza Rica-México**

La primera línea que construyó Petróleos Mexicanos fué el gasoducto de Poza Rica a México, inaugurado en 1950. Tiene una longitud de 260 kilómetros y un diámetro de 51 cm. Este gasoducto se ha estado operando a un volumen de 849 800 m<sup>3</sup> (30 millones de pies cúbicos) de gas por día, pero tiene capacidad para transportar 2 832 000 m<sup>3</sup> diarios.

### **Gasoducto Reynosa-Monterrey**

El gasoducto Reynosa-Monterrey fué puesto en operación en el año de 1958. Tiene una longitud de 249 kilómetros y un diámetro de 56 cm. y una capacidad de carga de 7.8 millones de metros cúbicos diariamente.

En el invierno de los años de 1956-1958, la ciudad de Monterrey padeció escasez de gas natural debido al aumento estacional de la demanda que los gasoductos privados —únicos que existían entonces en esa plaza— eran insuficientes para atender. En consecuencia, el problema era exclusivamente de capacidad de

---

10) Noriega José S., Op. Cit.

transporte y no de disponibilidad de gas natural, puesto que por aquella época la mayor parte de los pozos productores en la Zona Norte estaban cerrados por falta de mercados accesibles. Con los gasoductos actualmente en proyecto se hará posible aprovechar la riqueza gasífera de Poza Rica aumentando así la disponibilidad de gas para los consumidores de Monterrey.

### **Gasoducto Monterrey-Torreón**

En abril de 1960 se inauguró el gasoducto de 41 cm. de diámetro y 345 kilómetros de longitud, tendido entre Monterrey y Torreón. De la longitud total de 309 kilómetros son de 41 cm. de diámetro que corren de Monterrey a Chávez y 35 kilómetros de 31 cm. que corren de Chávez a Gómez Palacios. La capacidad inicial de transporte, sin estaciones de compresión, es de 1 416 000 m<sup>3</sup> por día, la cual es susceptible de aumentarse al doble mediante la adición de compresoras en Ojo Caliente (kilómetro 60). Tiene dos ramales, uno a Saltillo de 30 kilómetros y 20 cm. de diámetro y otro de Paila a Parras de 23 kilómetros y 10 cm. de diámetro. El consumo inmediato estimado es de 1 332 000 m<sup>3</sup> por día, de los cuales el 95% lo tomarán dos plantas termoeléctricas: "Comisión Federal de Electricidad" 538 000 m<sup>3</sup> y "Compañía Eléctrica Mexicana del Norte" 736 000 m<sup>3</sup>. Esta obra representó una inversión aproximada de 90 millones de pesos y un consumo de 18 500 toneladas de acero.

### **Gasoducto Ciudad Pemex-Ciudad de México**

A principios de 1961 se inauguró el gasoducto a la Ciudad de México procedente de Ciudad Pemex, Tab. (desde la zona de Mazcuapana). Tiene una extensión de 778.6 kilómetros y un diámetro de 61 cm.; está planeado para trabajar a una presión máxima de 75 kilogramos por centímetro cuadrado, moviendo en su etapa inicial, con la sola presión del yacimiento, un volumen de 6 374 000 m<sup>3</sup> de gas por día. De este volumen se surtirían inicialmente a los primeros 60 usuarios de gas para consumo industrial. En la segunda etapa, con nueve estaciones de compresión, el gasoducto podrá transportar 14 160 000 m<sup>3</sup> diarios de gas (500 millones de pies cúbicos). La terminal de este gasoducto se localiza en Venta de Carpio, Edo. de México y tuvo un costo de 650 millones de pesos. Atraviesa por las cercanías de las ciudades de Villa Hermosa, Tab., Minatitlán, Ver., Jáltipan, Ver., Veracruz, Ver., Cór-

doba, Ver., Orizaba, Ver., Río Blanco, Ver., Nogales, Ver., Ciudad Mendoza, Ver., Puebla, Pue., Tlaxcala, Tlax. y zona industrial de Irolo, en el Edo. de Hidalgo. Este gas procede principalmente del campo José Colomo, del Municipio de Macuzpana, Tab., descubierto por Pemex en 1951. En su construcción se utilizaron 115 000 toneladas métricas de tubería fabricada en Monterrey, N. L. por "Tubacero", con plancha de "Altos Hornos de México, S. A."

En el campo José Colomo se recolecta el gas y se trata en una planta de absorción ubicada en Ciudad Pemex. Dicha planta tiene actualmente una capacidad de 8.5 millones de m<sup>3</sup> por día y será ampliada para que pueda manejar hasta 15.6 millones. También se inyecta a la línea (gasoducto Ciudad Pemex-Ciudad de México) gas de los campos más próximos a la Ciudad de Minatitlán, que es recolectado para tratarse en la planta de absorción de La Venta, Tab. El volumen que puede manejar esta planta es 4.2 millones de m<sup>3</sup> por día.

Se estima que una vez construidas las nueve estaciones de compresión la inversión total será del orden de mil millones de pesos. Simultáneamente con la construcción de la línea principal se llevó a cabo la construcción del sistema de recolección de gas para la planta de absorción de La Venta, y la construcción de los ramales de entrega y redes de distribución. Los principales ramales a lo largo de la línea son: a la "Termoeléctrica de Villa Hermosa", Tab., a la Refinería de Minatitlán, Ver., a la "Azufre- ra Fanamericana" en Jáltipan, Ver., a la Ciudad de Veracruz, Ver. (para la Terminal de Pemex, y para TAMSA), a la zona industrial de Orizaba, Ver., a Ixtacoquiltán, Ver. (para la fábrica de cementos) y a la Ciudad de Puebla, Pue., (para la terminal de Pemex).

### **Gasoducto Torreón-Chihuahua**

En el mes de noviembre de 1961 se inauguró el gasoducto de Torreón a Chihuahua, con longitud de 428 kilómetros y un diámetro de 32.4 cm., tiene una capacidad inicial de 570 000 m<sup>3</sup> por día pudiendo aumentarse hasta 1 280 000 m<sup>3</sup>.

### **Rod de distribución del Valle de México**

La red de distribución de gas para consumo en las zonas industriales de la Ciudad de México y aledaños, tuvo en su prime-

ra etapa un desarrollo aproximado de 180 kilómetros variando los diámetros de las tuberías desde 61 hasta 5 centímetros; en la actualidad cuenta con un desarrollo de 251 kilómetros. Se extiende hacia el norte hasta Cuautitlán, hacia el este hasta Venta de Carpio, hacia el oeste hasta San Bartolo Naucalpan, y hacia el sur hasta San Pedro de los Pinos. Mientras se terminaba este sistema, se comenzó a abastecer de inmediato a 60 consumidores industriales con gas procedente de Poza Rica. El sistema completo de distribución del Valle de México se planeó inicialmente para abastecer a más de 230 industrias, incluyendo las 60 ya mencionadas y, gracias al gasoducto procedente de Ciudad Pemex, este mercado podrá ser ampliado en el futuro a medida que aumente la demanda.

### **Gasoducto Venta de Carpio-Salamanca**

En el mes de abril de 1961 se terminó la construcción del gasoducto de 35.5 cm. de diámetro y 265 kilómetros de longitud, que corre entre Venta de Carpio y Salamanca, para dar servicio de gas a las industrias de esta última población, así como a las fábricas de cemento instaladas en la región de Apasco y de Tula. Esta línea es continuación de la de Ciudad Pemex a la Ciudad de México. En su primera etapa puede mover hasta 2.85 millones de m<sup>3</sup> por día con una sola estación de compresión en la Ciudad de México.

### **Gasoductos en proyecto**

Desde los principios de 1961 se ha venido hablando de un proyecto para construir un nuevo gasoducto que, partiendo del Estado de Coahuila, pase por Durango y Mazatlán para terminar en Tijuana. El gasoducto en cuestión abarcará una longitud total de más de 3 000 kilómetros y enlazaría puntos tan importantes como Monterrey, Saltillo, Torreón, Durango, Mazatlán. Con la ter-

minación del gasoducto a Chihuahua se tiene abastecido a Torreón, y el proyecto más próximo a realizarse sería el tramo Torreón-Durango. También existen los proyectos de realización, más o menos inmediata, para la construcción de gasoductos que abastezcan de gas natural a Guadalajara, Jal., a San Luis Potosí, y el muy importante gasoducto que aumentaría el abastecimiento de gas a la Ciudad de Monterrey partiendo de Poza Rica y conectando Tampico y Ciudad Victoria como puntos más importantes. Existe otro proyecto de gasoducto para aprovechar el gas natural de la Macuzpana con el que iría de Ciudad Pemex a Ciudad del Carmen y que constituiría el paso inicial para abastecer de hidrocarburos a la Zona del Sureste.

### **Proyecto de gasoducto internacional**

Entre los años de 1960 y 1962 se hicieron varios intentos por parte de Petróleos Mexicanos para realizar el proyecto inicialmente propuesto por una compañía estadounidense distribuidora de gas natural para construir un gasoducto internacional que transportaría gas natural del sur de Texas y los nuevos campos de Reynosa, Tamps. hasta la Alta California, para uso principalmente de las plantas generadoras de electricidad de la "Edison Co." situadas al sur de California, E.U.A.

Este proyecto no se llegó a realizar, pues hacia finales de 1962 la "Tennessee Gas Transmission Corporation" abandonó sus planes de construcción del mencionado gasoducto en virtud de que los abogados de la Comisión Federal de Energía de los Estados Unidos se opusieron al proyecto, por lo cual la firma interesada se propone ahora construirlo desde Texas a California, totalmente en territorio Norte-americano.

Aparte de consideraciones financieras, creemos que el citado proyecto no reportaría beneficios económicos inmediatos para México. El tramo mexicano correspondiente iría, de acuerdo con el proyecto en cuestión, desde Reynosa hasta Mexicali pasando por Monclova, Coh., Chihuahua, Chih. y Casas Grandes, Chih. Ac-

tualmente Monclova ya está abastecida de gas natural por medio del gasoducto que va directamente de Monterrey; y Chihuahua, Chih. está igualmente servida al través del gasoducto que partiendo también de Monterrey abastece a otros puntos igualmente importantes como son Saltillo, Torreón y Delicias. El único punto de cierto interés económico que actualmente se halla sin abastecer de gas natural es Casas Grandes, hasta cuyo lugar el gasoducto no atravesaría zonas económicas importantes, y desde esta población hasta Mexicali existen sólo regiones montañosas y desérticas, exceptuando, tal vez, algunas regiones cercanas a Mexicali como es la comprendida entre la nascente ciudad de San Luis Río Colorado, Son. Se considera más útil para el país el proyecto de gasoducto que, partiendo de Torreón, Coah., enlazara las ciudades de Durango, Mazatlán, Culiacán, Los Mochis, Ciudad Obregón, Guaymas, Hermosillo, etc., es decir, un gasoducto que impulsara el desarrollo económico del Noroeste de la República Mexicana incluyendo a la Baja California Norte y Sur. Por carecer de recursos financieros, nuestro país no está en condiciones de despilfarrarlos en proyectos de dudosa utilidad inmediata, aunque pudiera resultar benéfico a muy largo plazo.

A manera de curiosidad histórica presentamos una breve reseña de las condiciones en que se pensaba recluir la construcción de este gasoducto de carácter internacional, mencionando de paso algunos de los argumentos que probablemente influyeron en el país vecino para que se abandonara la idea

El gas natural sería enviado a California a través del territorio mexicano por medio de dos conexiones, una de 160 kilómetros de Corpus Christy a Reynosa y otra de Mexicali a Los Angeles de 450 kilómetros. El tramo mexicano abarcaría una extensión de aproximadamente 1 950 kilómetros. La capacidad de transporte de combustible sería de 21 250 000 m<sup>3</sup> diarios (750 millones de pies cúbicos) de los cuales el 10% procedería de

Reynosa. En un principio transportaría 12 600 000 m<sup>3</sup> de gas natural diarios (445 millones de pies cúbicos) de los cuales quedarían libres para México 9 773 000 m<sup>3</sup> para usarse en cualquier trayecto del gasoducto. Se pensaba que los campos productores en México proporcionarían alrededor del 20% de las necesidades de la compañía "Edison", o sea que México tenía asegurada la venta de gas de sus yacimientos para su exportación a razón de un mínimo de aproximadamente 2.13 millones de m<sup>3</sup> por día durante un periodo de 20 años, con la posibilidad de que aumentara el volumen de dichas ventas hasta un equivalente diario de 5.67 millones de metros cúbicos.

Al gasoducto en cuestión se le asignó un valor total de 225 millones de dólares, y la parte correspondiente al tramo mexicano tendría un costo aproximado de 165 millones de dólares y el resto correspondería a la compañía americana. Se utilizaría un empréstito al 6% de interés a un plazo de 20 años, transcurrido el cual el gasoducto sería propiedad de México. El financiamiento se realizaría mediante una emisión de bonos y la amortización del adeudo total se haría mediante la aplicación del ingreso generado por el mismo gasoducto; en su construcción se emplearían materiales mexicanos (500 mil toneladas de tubería de acero) y la obra la ejecutarían técnicos y contratistas mexicanos. Se decía que la obra en cuestión constituía la única posibilidad que tenía México —por el momento— de llevar el gas de Reynosa a la costa del Pacífico.

Las pláticas respectivas se desarrollaron al nivel de empresa a empresa. Dos firmas norteamericanas se disputaron la realización del gasoducto Reynosa-Mexicali: la "International Gas Company" y la "Tennessee Gas Transmission Company". El plan de la primera incluía la adquisición del material en los Estados Unidos, en tanto que la segunda (con la que se efectuaron negociaciones en firme) aceptó que se construyera el gasoducto con tubería de 34 pulgadas comprada a "Altos Hornos de México".

La base de los argumentos mexicanos presentados en favor del proyecto fué de que México cuenta con suficiente producción y reservas de gas. Se afirmó que la industria nacional podría estar tranquila respecto a las reservas de gas mexicanas por, cuando menos, los próximos 50 años. En apoyo de este argumento se citó lo siguiente: en el Rincón Sudeste de Texas llamado Distrito Cuarto, se han perforado en 25 años 23 mil pozos y se ha descubierto una reserva de gas natural de 425 mil millones de m<sup>3</sup>; México posee un rincón geológica y estructuralmente semejante al Rincón de Texas, siendo la zona donde está ubicada Reynosa en la cual en sólo 10 años, desde que fué descubierta, Pemex ha perforado menos de 500 pozos y ha descubierto una reserva probada de 198 mil millones de m<sup>3</sup>.

Las empresas californianas, especialmente la "Southern California Gas Company" y la "Southern Counties Gas Company" se opusieron abiertamente al plan propuesto para construir el gasoducto a través de México hasta California, para dar servicio a unos pocos y muy grandes clientes bajo contrato privado, en virtud de que se elevaban las tarifas de gas para los 8 millones de personas no incluidas en dicho arreglo. Otro de los argumentos que esgrimieron las empresas californianas en contra del proyecto fué el de que ese segmento de gasoducto llegaría a ser propiedad de Pemex, administrado por el Gobierno Mexicano, por lo que se encontraría fuera de la jurisdicción de los Estados Unidos, además, si México decidiera suspender el servicio o si la línea se interrumpiese las compañías californianas de gas se verían indudablemente obligadas a llenar el hueco, aunque otros consumidores sufrieran una restricción.

### **Redes de distribución para uso doméstico y comercial**

El suministro de gas natural a consumidores domésticos y comerciales tiene todas las características de un servicio público; también puede clasificarse dentro de este tipo el abastecimiento a los consumidores industriales cuando no se trate de ventas de

primera mano, de acuerdo con la ley. Este servicio comprende el transporte y suministro de gas y podrá ser realizado por empresas particulares mediante autorización de la Secretaría de Industria y Comercio.

En consecuencia, la distribución de gas por red de tuberías dentro de poblaciones es susceptible de hacerse por las empresas privadas, como actividad complementaria del servicio que prestan, o sea el suministro de gas.

Las poblaciones fronterizas más importantes y la ciudad de Monterrey son los centros de consumo en donde tradicionalmente han operado las empresas de servicio público para el suministro de gas natural por tuberías, cuyas operaciones se apoyaron en las importaciones de gas seco de los Estados Unidos, desde antes de que apareciera en nuestro país la industria del gas natural.

Las distintas firmas comerciales agrupadas dentro de la "Asociación Mexicana de Gas Natural", han hecho posible la realización de un plan para el establecimiento de redes de distribución de gas natural en las ciudades que actualmente se hallan dentro de la zona de influencia de los gasoductos en operación y de los que se encuentran en proyecto de realización más o menos inmediata. Esta red de distribución comprende exclusivamente a los consumidores de gas natural para usos domésticos. Para su estimación se tomó en cuenta la relación de consumidores actuales en las ciudades fronterizas y en Monterrey con respecto a la población actual existente en dichos lugares; se consideró como posible número de consumidores el 8% de las respectivas poblaciones, requiriéndose para cada consumidor la instalación de 11.1 metros de tubería. Por razones de orden político y económicas, se han considerado fuera del programa dos importantes ciudades como son el Distrito Federal y Puebla, en tanto se estudie más detenidamente la situación que ocuparán los actuales distribuidores de gas licuado en dichas ciudades.

El proyecto está programado a realizarse en 5 años a partir de 1963 y el estimativo de redes de distribución alcanza un total de 3 541 kilómetros, de los cuales se piensa desarrollar en forma total durante el quinquenio la suma de 1 711 kilómetros, se desarrollarán parcialmente la cifra de 793 kilómetros, quedando fuera del programa, por el momento, un total de 1 038 kilómetros.

Conviene aclarar que este programa se planeó con base principalmente en las demandas posibles de gas natural para uso doméstico, pudiendo aumentar estos consumos por las posibles demandas de gas natural para uso comercial e industrial.

## **CAPITULO IV**

### **MERCADO DEL GAS NATURAL**

## 1.—CONSUMO DE GAS NATURAL ANTES DE 1950.

La introducción del gas natural por tubería data del año de 1926. No se dispone de datos que nos indiquen las magnitudes de estos primeros consumos, que correspondieron exclusivamente a la ciudad de Monterrey, N. L. La primera estimación del consumo de gas natural en esta plaza se hizo ascender a una cifra de alrededor de 50 millones de m<sup>3</sup> en 1930 y de 100 millones en 1933.

A partir de 1934 se cuenta con cifras que permiten la integración de series estadísticas sobre el consumo de gas natural (véase Cuadro No. 38). En dicho año el consumo fué de 189.5 millones de m<sup>3</sup> determinado exclusivamente por la importación. De este consumo correspondió a Monterrey el 87%, a Naco, Son. el 11% y el resto a dos ciudades fronterizas: Ciudad Juárez, Chih. y Nuevo Laredo, Tamps.

Sin considerar el consumo de gas natural hecho por la industria petrolera en sus propias operaciones, el consumo de gas natural en la República Mexicana hasta 1950 estuvo regido exclusivamente por la importación, exceptuando pequeñas cantidades que vendió Pemex en 1949 y 1950 que sin embargo representaron el 23% del consumo total. De estas importaciones se benefició Monterrey en un gran porcentaje, siendo la que se vió más afectada durante los años de 1937 a 1939 como consecuencia de la expropiación petrolera. Los otros consumidores de entonces que hemos denominado "Ciudades fronterizas" (Ciudad Juárez, Nuevo Laredo, Naco y Piedras Negras) no sufrieron disminuciones en sus consumos.

El consumo de gas natural hasta 1950 se localizó en su totalidad en el norte del país ocupando un lugar preponderante Monterrey. Entre los años de 1940 y 1941 el consumo alcanzó de nuevo los niveles anteriores a la expropiación, siendo estos de alrededor de 200 millones de m<sup>3</sup>. En aquellos años el consumo de

Monterrey representaba el 81.5% del total; el resto correspondió a lo que hemos denominado "Ciudades fronterizas" (Ciudad Juárez, Nuevo Laredo, Naco y Piedras Negras).

Los consumos de 1940 y 1941 aumentaron a una tasa de 14.2% llegando a ser en 1950 de 757 millones de m<sup>3</sup>; pero, en tanto que el consumo de Monterrey aumentó a una tasa de 9%, el consumo de las ciudades fronterizas se incrementó a razón de 23% anualmente. Este mayor incremento estuvo determinado por el aumento notable de las importaciones de gas natural registradas por la aduana de Nuevo Laredo que alcanzaron volúmenes muy grandes a partir de 1945. Por esta aduana entra el gas natural que se destina a la zona carbonífera de Coahuila que comprende Sabinas, Nueva Rosita y Palau, a cuyo consumo corresponde un gran porcentaje de lo importado por dicha aduana. Se considera que el consumo doméstico y comercial de Nuevo Laredo representa pequeños porcentajes del total importado por esta aduana.

Las importaciones realizadas por las aduanas de Naco y Piedras Negras se destinan a usos industriales (Cananea y La Consolidada, principalmente).

Las únicas ciudades fronterizas que han contado desde hace tiempo servicio doméstico, comercial e industrial de gas natural son Nuevo Laredo, Ciudad Juárez y Piedras Negras.

Las importaciones de gas natural con destino a Monterrey se estuvieron efectuando por dos aduanas: San Pedro de Roma, Tamps. (ahora Ciudad Miguel Alemán) y Reynosa, Tamps.

La distribución de primera mano de estos volúmenes de gas era realizada por la "Compañía Mexicana de Gas, S. A." de Monterrey, N. L. Para los años de 1930, 1936, 1940 y 1942 dicha compañía operó con base en los requerimientos de los consumidores con que contaba entonces, siendo las magnitudes de dichos requerimientos anuales conforme al cuadro siguiente:

millones de m<sup>3</sup>

Consumidores	1930	1936	1940	1942
Cervecería "Cuauhtémoc, S. A."	7.9	0.8	0.9	1.1
Vidriera Monterrey, S. A.	11.0	30.1	43.2	49.2
Cementos Mexicanos, S. A.	7.6	15.0	23.4	24.8
Compañía Minera de Peñoles, S. A.	11.9	18.0	16.2	16.0
American Smelting & Refining, Co.	...	23.8	19.8	24.8
Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza Motriz de Monterrey, S. A. (a)	9.2	47.1	78.4	90.1
Cía. Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey, S. A.	...	64.2	73.5	81.4
Ladrillera de Monterrey, S. A. (b)	0.9	3.4	3.9	5.3
Campo Militar No. 2	...	0.4	0.7	0.7
<b>S u m a</b>	<b>48.5</b>	<b>202.6</b>	<b>260.3</b>	<b>293.0</b>

Fuente: Noriega José S. "Influencia de los hidrocarburos en la industrialización de México".

- a) Comenzó a usar gas natural en julio de 1930. Todo el consumo doméstico se hace a través de esta empresa.
- b) Comenzó a usar el gas el 11 de marzo de 1930.

Los consumos totales de los años mencionados en el cuadro anterior no concuerdan con las cantidades correspondientes de las importaciones porque la estimación de tales consumos se hizo sobre la base de un requerimiento promedio diario que normó los respectivos contratos de compra-venta. Sin embargo, las cantidades consignadas nos ayudan a formarnos una idea del consumo industrial con respecto al consumo doméstico y comercial en dichos años, mediante la comparación de los requerimientos respectivos establecidos para la "Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza Motriz de Monterrey, S. A."

Como ya dejamos apuntado, el consumo total de gas natural estuvo regido casi exclusivamente por las importaciones, excepción hecha de los años de 1949 y 1950 en que se consumieron ya cantidades de cierta consideración de la producción nacional. De 1934 a 1941 la demanda de gas natural puede decirse que se hallaba en el nivel de los 200 millones de m<sup>3</sup> sin tomar en cuenta los años de crisis de 1937 a 1939. El mercado en aquellos años se hallaba limitado a la ciudad de Monterrey y los consumos de las ciudades fronterizas señaladas.

## 2.—CONSUMO DE GAS NATURAL DESPUES DE 1950.

De 1950 a 1962 cambia la estructura del mercado de gas natural siendo más notable este cambio a partir de 1955. Durante todo este período el consumo total de gas natural se incrementó a una tasa de 14.6% anual acumulado. Los consumos de este período podemos subdividirlos en tres etapas: la primera de 1950 a 1955, en la cual se desarrolla el consumo a una tasa de 11%; la segunda, de 1955 a 1960, el consumo se desarrolla a una tasa de 13%; y la tercera, de 1960 a 1962, en que el consumo se incrementa a una tasa de 27.3%.

En la primera etapa el consumo estuvo dominado por el mercado de la zona norte, aunque aparece ya un mercado incipiente en la zona centro determinado por la operación en 1951 del gasoducto Poza Rica-México, mercado este que consumió en promedio 156 millones de m<sup>3</sup> representando el 15% del consumo promedio total realizado en esta primera etapa. El consumo de Monterrey fué de 640 millones de m<sup>3</sup> en promedio, representando el 60% del consumo total; habiendo adquirido gas importado en un promedio de 328 millones de m<sup>3</sup>, y del país 312 millones, (aunque las importaciones señalan ya un ligero descenso y un franco incremento los adquisiciones del gas producido en el país). Las importaciones a las ciudades fronterizas se mantuvieron constantes, en un volumen cercano a los 256 millones de m<sup>3</sup>, repre-

sentando este consumo el 25% del total. Puede decirse que en esta primera etapa se iniciaron las ventas de gas natural de Pemex con 115 millones de m<sup>3</sup> en 1950 habiendo aumentado a 740 en 1955.

En la segunda etapa, de 1955 a 1960, el consumo total aumenta a un promedio de 1 684 millones de m<sup>3</sup> (en la etapa anterior este consumo promedio había sido de 1 027 millones). Continúa siendo Monterrey el principal consumidor con un volumen promedio de 1 112 millones de m<sup>3</sup>, representando dicho consumo el 66% del total, siendo abastecido casi en su totalidad por la producción nacional ya que las importaciones solamente se realizaron para dicha plaza en los años de 1955 a 1957, desapareciendo a partir de 1958, (las importaciones promedio en estos tres años ascendieron a un total de 217 millones de m<sup>3</sup>). En las ciudades fronterizas se tuvo un consumo promedio de 274 millones de m<sup>3</sup> representando el 16% del total. En la zona centro se registró un consumo promedio de 252 millones de m<sup>3</sup> representando estos volúmenes el 15% del consumo total. Se iniciaron en esta etapa otros consumos pequeños como el de Sabinas Hidalgo, N. L. con 50 millones de m<sup>3</sup> en 1959 y entre 1 y 6 millones en la zona sur, localizados en Veracruz y Campeche.

En la tercera etapa, de 1960 a 1962, se aprecia ya un rápido incremento en el aprovechamiento del gas natural, significándose claramente los consumos de las tres zonas del país abastecidas por las redes de gasoductos troncales en operación. El consumo total actual alcanza un promedio de 3 127 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales Monterrey consumió en promedio 1 670 millones, otras zonas del norte 389 millones y las ciudades fronterizas 268 millones, representando respectivamente el 53, 12 y 8% del consumo promedio total; en consecuencia la zona norte del país tiene una importancia en el consumo total de 73%, del cual solamente el 8% es de importación y se localiza en las ciudades fronterizas. El consumo de la zona centro presenta una característica muy especial, o sea, que su consumo aumentó de 283 millones en 1960 a 765 millones en 1961 y 1 220 millones en 1962; un caso

similar, aunque en menores dimensiones, presenta el mercado de la zona sur, aumentando su consumo en 8, 23 y 137 millones de m<sup>3</sup>. En estos incrementos muy fuertes de estas zonas ha influido decisivamente la construcción del gasoducto Ciudad Pemex-México-Salamanca que transporta el gas recolectado en la zona de Macuzpana, Tab.

Podemos considerar el año de 1962 como punto de partida para el análisis del mercado actual del gas natural. En estas condiciones podemos concluir que en el consumo de 1962, que fué de 3 875 millones de m<sup>3</sup>, y la zona norte del país representó el 65%, la zona centro el 31 % y el resto la zona sur, 4%. De estos consumos, la producción del país abasteció el 92% y solamente el 8% la importación. Conviene aclarar que en estos consumos no se tomaron en cuenta los volúmenes utilizados en las operaciones de la industria petrolera.

### 3.—LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LOS CONSUMOS

#### ACTUALES.

El mercado de la zona norte del país está constituido por las plazas de Monterrey, N. L., Sabinas Hidalgo, N. L., Torreón, Coah., Saltillo, Coah., Monclova, Coah., Chihuahua, Chih. y lo que hemos denominado ciudades fronterizas (Ciudad Juárez, Chih., Nuevo Laredo, Tamps., Naco, Son. y Piedras Negras, Coah.

El mercado de la zona centro está constituido por el Valle de México, Irapuato, Gto., Salamanca, Gto., Orizaba, Ver., Puebla, Pue. y Poza Rica, Ver.

El mercado de la zona sur está formado por las plazas de Veracruz, Ver., Minatitlán, Ver., Coatzacoalcos, Ver. y Campeche, Camp., de acuerdo con las ventas interiores realizadas por Pemex.

Los principales consumidores de gas natural están localizados en dos zonas: a) el norte del país, con centro en Monterrey, N.L. y b) la Mesa Central, cuyo consumidor más importante lo constituye el Valle de México. A continuación presentamos una descripción de los diferentes destinos dados al gas natural en la República Mexicana:

	Cantidad en millones de m <sup>3</sup> por día
<b>ZONA NORTE</b>	
A Matamoros, Tamps.	0.04
A Río Bravo, Tamps.	0.04
A-B Reynosa, Tamps.	0.30
Camargo y Cd. Alemán, Tamps.	0.03
Hidalgo, N. L. (Cementos Hidalgo, S. A.)	0.08
Monterrey, N. L.	4.47
Saltillo, Coah.	0.08
Monclova, Coah. (AHMSA, principalmente)	0.93
Parras, Coah.	0.03
Torreón y Gómez Palacios (Zona Lagunera)	0.37
Chihuahua, Chih.	0.13
Reynosa (exportación)	3.88
Otros	1.50
Suma Zona Norte	<hr/> 11.88

#### ZONAS CENTRO Y SUR

B-C Ciudad Pemex, Tab.	3.54
Minatitlán, Ver.	0.96
Veracruz, Ver.	0.08
B-C Poza Rica, Ver.	3.45
Puebla, Pue.	0.01
Valle de México	3.68
Zona Industrial de Hidalgo (Irolo)	0.42
Salamanca, Gto.	0.20
Otros.	3.26
Suma Zona Centro y Sur	<hr/> 15.60

**GRAN TOTAL** 27.48

- A pequeños consumidores industriales.
- B instalaciones de Pemex.
- C reinyección.

Los consumos de la lista anterior corresponden al año de 1961, si tomamos en cuenta que el consumo total estimado de 27.48 millones de m<sup>3</sup> diarios hacen un total de 10 028 millones de m<sup>3</sup> al año, cifra que se aproxima a la producción total de ese año. En las cantidades anteriores no están incluidas los consumos correspondientes de las ciudades fronterizas que son abastecidas con gas natural importado.

#### 4.—CONSUMO INDUSTRIAL, DOMESTICO Y COMERCIAL.

La mayor parte del gas natural se emplea en usos industriales y sólo pequeñas cantidades de dichos volúmenes se destinan a usos domésticos y comerciales. Conviene señalar que el empleo del gas natural para consumos domésticos y comerciales se halla en una etapa incipiente de desarrollo.

La distribución de gas natural para usos domésticos, aunque no entraña problemas difíciles, sí requiere trabajo y gastos en el tendido de tuberías por calles pavimentadas y que se encuentran invadidas ya por varios sistemas de tuberías e instalaciones correspondientes a otros servicios públicos, tales como agua potable, drenaje, energía eléctrica, teléfonos, etc.

Por otro lado, no se encuentra bien definido por la ley el concepto de servicio público para la distribución de gas natural, dándose el caso de que una misma ley se aplica a la distribución de gas natural por tubería y a las ventas de gas licuado realizadas por empresas privadas.

El Gobierno está realizando esfuerzos para interesar a la iniciativa privada a fin de que se haga cargo de la distribución del gas natural como servicio público, y parece ser que esta tarea la realicen los mismos distribuidores de gas licuado, tomando en cuenta que este gas es susceptible de trasladarse a otras plazas del país que por mucho tiempo carecerán del servicio de distribución de gas natural por tubería.

El mercado de Monterrey es el único que cuenta con un servicio público de gas natural susceptible de cuantificarse por tipos de consumidores. El cuadro siguiente nos muestra las cantidades de gas natural al nivel de servicio público suministrado por la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A." (antes "Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza Motriz de Monterrey, S. A.").

CUADRO No. 29

Volumen de las ventas de gas natural realizadas por la  
 empresa "Electricidad y Gas de Monterrey"  
 —millones de m<sup>3</sup>—

años	Total	Doméstico	Comercial o Industrial	Industrial grande
1955	136	54	20	62
1956	153	58	22	73
1957	151	62	22	67
1958	159	71	24	64
1959	179	84	28	67
1960	189	89	31	69
1961*	197	92	34	71
1962	191	82	30	78

\* Cifras estimadas.

En las otras ciudades que cuentan actualmente con servicio público de distribución de gas natural no hay manera de conocer las cantidades de gas que se manejan bajo este régimen. En la misma ciudad de Monterrey, grandes volúmenes de gas natural se distribuyen bajo condiciones que pudiéramos denominar de cuasi servicio público; es el caso de los volúmenes distribuidos por la "Compañía Mexicana de Gas, S. A." y la empresa "Gas Industrial de Monterrey, S. A." que abastecen de este combustible a las principales industrias de aquella plaza, como por ejemplo a la "Compañía Fundidora de Monterrey, S. A.", "Vidriera Monterrey, S. A.", "Cervecería Cuauhtémoc, S. A.", etc. Además, tenemos entendido que Pemex surte directamente a algunas grandes industrias nortenas, como por ejemplo, a la empresa "Cementos Hidalgo, S. A." y "Altos Hornos de México, S. A."

En las ciudades fronterizas, que cuentan con servicio público de distribución de gas natural, considerables volúmenes se destinan a grandes empresas industriales, por ejemplo, "La Consoli-

dada, S. A." de Piedras Negras, Coah., a la región carbonífera de Palau (que se surte de gas importado por Nuevo Laredo) y a la industria minera de Cananea, que se abastece con gas importado por Naco, Son.

Como lo establece la ley, compete únicamente a Petróleos Mexicanos el transporte de gas natural por tuberías, no así en lo que respecta a la distribución de gas en las ciudades, la cual puede hacerla Petróleos Mexicanos directamente o a través de contratistas. Pemex ha establecido la práctica de vender directamente a las industrias, siempre y cuando su localización con respecto a sus gasoductos y redes de distribución permita atenderlas en forma costeable y conveniente.

#### 5.—CONSUMO DE GAS NATURAL EN LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA.

En el país ya se consumen grandes cantidades de gas natural en la generación de energía eléctrica. Los dos consumidores más importantes de gas para estos fines son la "Comisión Federal de Electricidad" y la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey". El cuadro siguiente nos indica estos consumos:

CUADRO No. 30

Gas natural consumido en la generación  
de energía eléctrica  
—millones de m<sup>3</sup>—

Años	Total	Comisión Federal Electricidad	Electricidad y Gas de Mon- terrey
1955	127	65	62
1956	154	86	68
1957	157	87	70
1958	179	105	74
1959	180	106	74
1960	204	130	74
1961	244	170	74
1962	431	356	75

Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

Las cifras correspondientes a la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A." fueron estimados con el factor 0.520 m<sup>3</sup> de gas por KWH bruto generado; este factor subió en 1962 a 0.610 m<sup>3</sup> por KWH. En la Comisión Federal de Electricidad, el consumo por KWH generado fué de 0.429 m<sup>3</sup> de gas en 1960 y de 0.394 m<sup>3</sup> en 1961.

Existen otros consumidores de gas natural para generar energía eléctrica como son algunas plantas de la "Industrial Eléctrica Mexicana, S. A." (antes "Impulsora de Empresas Eléctricas, S. A."), y otras plantas eléctricas de servicio privado como son por ejemplo las del grupo industrial de Monterrey y algunas plantas de Pemex. Estos consumos no fué posible cuantificarlos pero se supone que la suma de ellos representa pequeños porcentajes en relación con las cifras de la serie enunciada anteriormente.

Con la instalación de la "Termoeléctrica del Valle de México" se consumirán 34 toneladas de aceite combustible diarias, o su equivalente de 34 000 m<sup>3</sup> de gas natural, a plena carga.

De los 84 900 m<sup>3</sup> diarios de gas natural seco que estaban por ser transportados hacia finales de 1960, al Distrito Federal, desde Ciudad Pemex, se consideraban ya colocados alrededor de 42 420 m<sup>3</sup> en el Valle de México, correspondientes a cuatro grandes instalaciones industriales que se habían anticipado como clientes seguros: "Cementos Tolteca", "Cementos Anáhuac" y dos plantas termoeléctricas.

Para Monclova se esperaba un consumo de 424 500 m<sup>3</sup> de gas diariamente. Por lo que se refiere a Saltillo, Coah., los industriales se mostraban renuentes a consumir gas natural y continuaban usando combustóleo, pero existía la esperanza de que en lo futuro se inclinarían por el gas.

## 6.—PRECIOS DEL GAS NATURAL.

Con la necesidad de la reglamentación de los precios para la producción del gas natural apareció la siguiente interrogante ¿Cómo es posible determinar el costo original o de reemplazo o un precio justo sobre un recurso natural irrenovable? Los precios de otros recursos naturales básicos tales como el cobre, la plata o el oro se rigen por disposiciones gubernamentales o por el impacto de los precios mundiales. En los Estados Unidos la compe-

tencia de los precios del exterior no tienen efecto en la industria doméstica del gas natural, ya que esta mercancía no puede ser objeto de comercio internacional excepto con sus países vecinos: México y Canadá.

Los precios de los combustibles competidores, carbón y petróleo no se encuentran reglamentados en Estados Unidos; los precios del gas natural, ya sea que esté sujeto o no a la legislación, son hasta la fecha, menores que los de petróleo y carbón en cualquier parte de los Estados Unidos. Por otro lado, es preciso reconocer que el gas natural está alcanzando en muchas partes de dicho país niveles económicos mayores, más justos, en la actualidad.

La proximidad de un mercado que cuenta con gasoductos instalados muchos años atrás y con una explotación lenta y con rendimientos bajos da lugar a precios altos, digamos entre 12 y 20 centavos de dólar; en otros campos con rendimientos potenciales muy por encima de las capacidades de los mercados y con enormes salidas de gas por yacimiento, los precios se sitúan en niveles muy bajos, digamos de 3 a 6 centavos de dólar, con la agravante de que hay que vender a las plantas de absorción y las industrias productoras de negro de humo a precios todavía más bajos, digamos entre 1 y 2 centavos de dólar los mil pies cúbicos. Con frecuencia hay necesidad de vender gas impuro a tales plantas a precios menores de 2 centavos de dólar por cada mil pies cúbicos.

Los precios del gas natural en su etapa de extracción varían mucho de una región a otra, determinándose inicialmente por el tipo y proximidad del mercado por abastecer, por los costos de perforación y por la similitud en los rendimientos del gas (con igual rapidez de explotación e iguales rendimientos comerciales) en pozos de campos que tienen más o menos las mismas características.

Los bajos precios en los yacimientos se asocian siempre con mercados cercanos pobres o insuficientes. Los mejores centros de consumo se alcanzan solamente al través de grandes inversiones en gasoductos que abastecen o sirven a grandes distancias durante un limitado número de años antes de que la fuente de abastecimiento de gas se agote totalmente. Esta experiencia se ha tenido en el pasado en comunidades que dependían exclusivamente de determinados yacimientos; pero estas situaciones se

pueden modificar mediante descubrimientos de otros yacimientos. Las leyes de la oferta y la demanda y los gastos y riesgos financieros para abastecer tal demanda tienen una importancia básica en esta industria, dado que todos los abastecedores están ligados por situaciones compulsivas para mantener un servicio adecuado, continuo y regular, el cual se halla sujeto a grandes variaciones durante el día.

¿El precio del gas natural está determinado en un mercado de libre competencia?

El gas natural puede venderse a los usuarios de otros combustibles, a condición de que el costo total del nuevo combustible represente algún ahorro en comparación con los combustibles que se trata de desplazar. En los Estados Unidos la gran mayoría de los industriales petroleros están interesados, directa o indirectamente, en obtener ingresos del gas asociado con el petróleo, y, como por otro lado existe demanda para los derivados del petróleo con un mayor grado de refinación que aquellos otros productos más o menos en bruto, hay poca oposición a la industria del gas natural por parte de la industria petrolera; la cual no sucede en el caso de la industria de la hulla, aún cuando esta última no actúa en forma organizada en contra del mercado del gas natural.

Existe un rápido aumento de las necesidades totales de combustibles por la expansión creciente de la economía con el consiguiente aumento en los precios de los combustibles, especialmente del carbón y del petróleo; aumentan también las posibilidades de ganar dinero debido a la gran diferencia entre el precio del gas natural en los yacimientos y el precio que están dispuestos a pagar los consumidores distantes.

Generalmente el gas natural no se vende a precios que corresponden a su valor de uso intrínseco. En cuanto se descubran y apliquen nuevos usos del gas natural, a medida que se extiende la red de gasoductos y este combustible llegue a todos los mercados a que tiene derecho por sus excelentes propiedades, y en cuanto su posición en el mercado llegue a punto de equilibrio con los productos competidores, el valor adicional de sus ventas estará llamado a alcanzar, desde el punto de vista nacional, cifras considerablemente mayores que las registradas actualmente.

En los Estados Unidos los productores de gas natural (o de gas manufacturado) venden a los operadores de gasoductos, éstos venden a los distribuidores locales y estos últimos, a su vez, venden a los consumidores finales; así que resultan tres niveles de precios, cuando menos.

En Estados Unidos el costo del gas en el campo petrolero fué de 5.3 centavos de dólar por cada 1000 pies cúbicos, en promedio, en 1946 y 9.2 centavos en 1953, antes de que se estableciera el control federal sobre los precios de productores. En 1955, este precio fué de 10.7 centavos de dólar, de acuerdo con cifras oficiales; es decir, que antes del control federal los precios se incrementaron anualmente 8.1% y 7.6% una vez establecido dicho control.

Las familias estadounidenses pagaron en 1946 el gas natural a razón de 67.6 centavos de dólar por cada 1 000 pies cúbicos, cuyo precio aumentó a 86.5 centavos en 1953 y más de 90 centavos en 1955, o sea, un incremento anual de 3.6% antes del control federal y 2% después de dicho control. Algunas ciudades soportan tarifas más altas, por ejemplo, el precio del gas natural en la ciudad de Nueva York es de más de 2.40 dólares por cada 1 000 pies cúbicos y de más de 3 dólares en Boston.

**Precio promedio del gas natural en los Estados Unidos, en centavos de dólar, por cada 1 000 pies cúbicos**

Años	En el lugar de producción	En el lugar de consumo
1950	6.5	26.6
1951	7.3	29.8
1953	9.2	35.5
1954	10.1	38.1
1958	11.9	n.d.

Fuente: U. S. Boureau of Mines, Mineral Yearbook.

Un gasoducto troncal o principal, generalmente distribuye y vende el gas al mayoreo, a una empresa de servicio público que se encarga de suministrar dicho gas a una ciudad, al través de una estación registradora y controladora de la presión, situada en los linderos de la ciudad. El precio de este nivel de distribución al mayoreo lo denominaremos "precios a las puertas de la ciudad".

Como las tarifas de gas están reguladas por el Gobierno, la única manera de aumentar y ampliar las ganancias dentro de esta industria es incrementando los volúmenes de ventas, lo que significaría la búsqueda de nuevos artefactos para el hogar y los edificios en los que sea posible utilizar este combustible, o encontrando nuevas aplicaciones industriales, o mejorando las aplicaciones existentes en el campo industrial.

La economía en el uso del gas natural por la industria en sustitución del petróleo puede estimarse de la siguiente manera. Se compara el poder calorífico del gas (6 000 pies cúbicos igual a un barril de petróleo) con el del petróleo y se aumenta al precio de este último un 10% por la mayor eficiencia del gas. Es decir, si un barril de petróleo valía \$4.70 los 6 000 pies cúbicos de gas podría cobrarse a \$5.17 (\$4.70 más 0.47) para quedar en iguales condiciones de precio (datos de 1944).

Los combustibles proporcionados a la industria eléctrica deberán cotizarse al precio más bajo posible, a efecto de influir en esta forma en el costo de la generación termoeléctrica, en beneficio de la economía general.

México está considerado entre las naciones con más bajo precio del gas natural. Vamos a desarrollar esta afirmación por lo que respecta a nuestros precios del gas natural en comparación con los de Estados Unidos.

La "Compañía Mexicana de Gas, S. A." compraba en 1946 el gas natural a Pemex a razón de 6 centavos de dólar por millar de pies cúbicos. A partir del 13 de junio de 1955 la citada Institución fué autorizada a aumentar dicho precio a 7.5 centavos de dólar por el mismo volumen. La Compañía Mexicana de Gas objetó dicho aumento por no habersele autorizado a su vez aumentar sus precios de venta al público. Estas cotizaciones corresponden, respectivamente a 1.69 centavos el metro cúbico y a 3.31 centavos con los correspondientes tipo de cambio, o sea a precios corrientes.

Por el año de 1956 los consumidores de gas para usos domésticos de Monterrey tenían la siguiente tarifa: 8 centavos el metro cúbico por los 50 primeros metros cúbicos consumidos; 7 centavos metro cúbico, de más de 50 hasta 250 metros cúbicos; y 6 centavos metro cúbico cuando se excedía de 250 metros cúbicos. Se establecía un consumo mínimo de \$2.00 mensuales

Hacia finales de 1960 Petróleos Mexicanos fijó el precio a que vendería el gas natural para consumidores domésticos en Saltillo, Coah. en 8 centavos el metro cúbico lo que serviría de base para discutir y fijar el precio a los consumidores de esta población.

Con fecha 2 de junio de 1961, la Secretaría de Industria y Comercio aprobó las tarifas generales para el cobro de los servicios de gas natural que proporciona la empresa "Germán Barrera G.", en Ciudad Miguel Alemán, Tamps. De acuerdo con la citada tarifa, al servicio residencial a medidor se le aplicó una cuota mensual de 28 centavos por cada uno de los primeros 50 metros cúbicos de consumo, 24 centavos por cada uno de los siguientes 50 metros cúbicos y 21 centavos por cada metro cúbico de consumo de exceso de los anteriores, estableciéndose una cuota mínima mensual de \$7.00 que pagará el consumidor aún cuando no haga uso del servicio o lo haga en cantidad insuficiente. Para el servicio comercial a medidor se estableció la siguiente tarifa: 45 centavos por cada uno de los primeros 50 metros cúbicos de consumo, 35 centavos por cada metro cúbico siguiente hasta los 100 metros cúbicos de consumo y 30 centavos por cada metro cúbico de consumo en exceso de los anteriores, estableciéndose una tarifa mínima mensual de \$18.00. Para el servicio industrial a medidor se fijó la siguiente tarifa: 16 centavos por cada uno de los primeros 500 metros cúbicos de consumo, 13 centavos por cada uno de los siguientes 500 metros cúbicos de consumo, y 11 centavos por cada metro cúbico de consumo en exceso de los anteriores, estableciéndose un mínimo mensual de \$64.00.

Los precios medios del gas natural vendido por la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A." para los años de 1955 a 1962, están dados por la tabla siguiente:

CUADRO No. 31

Precios medios del gas natural vendido por la empresa  
"Electricidad y Gas de Monterrey, S. A."

—Centavos por m<sup>3</sup>—

Años	Ventas totales	Doméstico	Comercial e Industrial	Industrial grande
1955	7.09	7.32	7.40	6.81
1956	7.05	7.38	7.23	6.74
1957	7.15	7.27	7.41	6.93
1958	7.22	7.24	7.37	7.13
1959	7.32	7.24	7.39	7.40
1960	11.12	11.61	12.74	9.75
1961*	13.27	16.34	11.97	9.92
1962	12.04	13.56	14.47	9.49

Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

\* Cifras estimadas.

En el cuadro siguiente, (que se complementa con los cuadros números 26, 44 y 45) se puede apreciar, en términos generales, los diferentes precios promedios que ha tenido el gas natural consumido en México, desde 1934 hasta 1962.

CUADRO No. 32

Precios medios del gas natural consumido en México  
—Centavos por m<sup>3</sup>—

Años	De importación	ventas interiores	Usado en los campos	Usado en las refinerías
1934	1.24	....	....	....
1936	1.07	....	....	....
1940	1.08	....	n.d.	n.d.
1950	2.24	3.21	n.d.	n.d.
1955	4.15	4.56	n.d.	n.d.
1956	4.15	4.42	5.36	5.86
1957	4.71	4.45	5.32	5.97
1958	7.10	4.41	5.67	6.28
1959	7.42	4.92	6.62	8.38
1960	8.44	5.89	5.58	8.31
1961	9.31	7.19	6.30	8.16
1962	9.25	8.22	6.77	8.17

Fuente: Dirección General de Estadística y Pemex.

Estos precios promedios se hallan influenciados por los valores correspondientes de los grandes volúmenes de gas natural proporcionados a grandes consumidores industriales y a los revendedores, así como por los valores asignados a los consumos en los campos petroleros y en las refinerías.

Los consumos abastecidos por la importación se hallan influenciados en sus precios medios por los grandes consumos efectuados por "La Consolidada, S. A." de Piedras Negras, Coah., la zona carbonífera de Palau y la zona minera de Cananea.

En los precios de las ventas interiores influyen los grandes consumos de Monterrey establecidos para las grandes empresas industriales de dicha plaza así como para los usos en la generación de energía eléctrica y las ventas de mayoreo realizadas a las dos empresas distribuidoras de gas en dicha plaza, con gas proveniente de los campos cercanos de Reynosa, Tamps.

Los precios promedios de las ventas de gas natural correspondientes a Monterrey aumentan de 3.47 centavos en 1955 a 4.80 centavos por cada metro cúbico en 1962. Otras plazas del norte abastecidas con gas natural de Reynosa tuvieron precios promedios mayores determinados por su lejanía a los campos productores de gas: Sabinas Hidalgo, N. L. adquirió gas en 1959 a 7.76 centavos aumentando en 1962 a 8.26; Saltillo, Coah. adquirió gas natural en 1960 a 8.39, habiendo aumentado en 1962 a 9.05; Torreón adquirió gas en 1961 y 1962 a un precio que fluctuaba en los 12 centavos el metro cúbico; Chihuahua, Chih., compró gas natural en 1962 a un precio promedio de 13.27 centavos el metro cúbico.

Los mayores niveles de los precios medios en la zona centro se explican por la lejanía de estos mercados de los centros productores de gas natural transportado por los gasoductos Foza Rica-México y Ciudad Pemex-México-Salamanca. Los precios promedios del gas natural servido por estos gasoductos a la ciudad de México aumentaron de 6.90 centavos el metro cúbico en 1955 a 11.93 centavos en 1962; el gas consumido en Orizaba alcanzó un precio medio de 11.36 centavos en 1962; el precio promedio del gas consumido en Puebla fué de 12.12 centavos, también en 1962; y el precio medio del gas natural vendido en Irapuato fué en 1962 de 13.64 centavos el metro cúbico.

Los precios promedios de los consumos de gas natural realizados en Veracruz, aumentaron de 10.53 centavos en 1957 a 11.28 centavos en 1962 por cada metro cúbico. Los precios promedios del gas natural consumido en Campeche permanecen constantes de 1958 a 1962 siendo éste de alrededor de 15 centavos el metro cúbico. Los consumos de Minatitlán se realizaron a un precio promedio de 9.98 centavos el metro cúbico en 1961 y 12.10 centavos en 1962. Estos precios nos parecen un poco altos si consideramos su cercanía a los campos productores de gas natural en relación con los mercados de la zona centro que, sin embargo tuvieron precios promedios menores.

Los mayores precios promedios se dan para el caso del gas natural distribuido en Monterrey al nivel de un servicio público. Consideramos estos precios como representativos del precio del gas natural en el lugar del consumo final. El precio medio del gas natural para uso doméstico se elevó de 7.32 centavos el metro cúbico en 1955 a 13.56 centavos en 1962; el del gas natural

para servicio comercial e industrial pequeño se elevó para el mismo período de 7.40 centavos a 14.47 centavos. El gas natural para los grandes industriales tuvo un precio promedio de 6.81 centavos en 1955 y de 9.49 centavos en 1962.

Es conveniente hacer notar en esta parte del estudio de precios, los bajos niveles promedios que alcanzaron de 1957 a 1962 los correspondientes a las ventas de exportación, los cuales se mantuvieron casi constantes habiendo aumentado ligeramente de 6.01 centavos el metro cúbico a 6.42 centavos en 1962, tal vez debido a la rigidez del contrato de compra-venta establecido.

Por lo que respecta a los menores precios del gas natural en México comparativamente con los de Estados Unidos podemos concluir que en aquel país el precio promedio en el lugar de producción para el año de 1958 fué de un equivalente de 5.28 centavos el metro cúbico vs 3.36 centavos en México; y, en el lugar de consumo se tuvo para el mismo año un precio promedio equivalente de 19 centavos el metro cúbico vs 7.31 centavos el metro cúbico.

## 7.—IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES.

De 1934 a 1944, las importaciones de gas natural por tubería alcanzaron un valor promedio de 2.6 millones de pesos, siendo de 4 y 5 millones para los dos últimos años de la serie, respectivamente. De 1945 a 1950 el valor promedio de estas importaciones fué de 11 millones de pesos, habiendo comenzado de 8 millones de pesos en 1945 a 14 millones en 1950. De 1951 a 1962 el valor promedio de estas importaciones aumenta a la cifra de 21 millones de pesos. De 1958 a 1962 este valor promedio fué de 23 millones de pesos.

Hasta el año de 1945 el valor unitario promedio fué del orden de 1 centavo por metro cúbico; de 1945 a 1950 se conservó en 2 centavos por metro cúbico; de 1951 a 1957 el valor unitario promedio se situó en una cifra cercana a los 4 centavos por metro cúbico; finalmente, de 1958 a 1962 este precio unitario aumentó de 7 a 9 centavos. Este aumento en el valor unitario se debe a que las importaciones de gas natural se han reducido exclusivamente a los consumos de las ciudades fronterizas, y ya no influye el precio unitario bajo que gobernaba los mayores volúmenes de importación con destino a Monterrey.

Por lo que respecta a las importaciones de gas licuado, los valores correspondientes presentan una estructura completamente diferente y con una marcada tendencia a incrementos fuertes. Estas importaciones comenzaron a tener cierta importancia hasta el año de 1945 en que se importó gas licuado por valor de 2 millones de pesos, habiendo aumentado en el año de 1950 a la cifra de 10 millones de pesos. De 1951 a 1962 estos valores aumentaron de 15 a 123 millones de pesos, no obstante que el valor unitario promedio aumentó de 24 a 40 centavos el kilogramo. Es muy posible que en el futuro sean mayores los valores de las importaciones de este tipo de gas, a menos de que se aceleren los proyectos existentes para introducir el servicio de distribución de gas natural a las ciudades de la República Mexicana más importantes y que cuentan con gasoductos hasta sus linderos.

Las exportaciones de gas natural se iniciaron prácticamente en 1957 y su valor en dicho año fué de 23 millones de pesos. En 1958 se regularizan ya estas exportaciones situándose en un volumen promedio de 1 464 millones de m<sup>3</sup>, siendo las correspondientes de 1958 de 1 362 y las de 1962 de 1 528 millones de m<sup>3</sup>. El valor de estas exportaciones alcanzó un promedio de 92 millones correspondiéndole a 1958 la cifra de 83 millones de pesos y la de 98 millones a 1962; el valor medio unitario de estas exportaciones se conserva en 6 centavos el metro cúbico. Es decir, con todo lo anterior, podemos afirmar que, por lo que respecta a este renglón de la industria petrolera, nuestro país no tiene posibilidades inmediatas de aumentar sus reservas de divisas, a no ser aumentado considerablemente el volumen de las exportaciones de gas natural lo cual puede resultar un tanto inconveniente.

La conveniencia o inconveniencia de exportar el gas depende de varios factores, de acuerdo con los lineamientos generales que se señalan en la obra "Doce años al servicio de la industria petrolera mexicana, 1947-1958", suscrita por Don Antonio J. Bermúdez. Ellos son:

1. En la disyuntiva de exportar gas o exportar petróleo crudo, debe preferirse la exportación del gas, ya que el crudo da mejores rendimientos.

2. Si el gas natural puede desplazar del consumo un volumen de combustóleo que tenga mercado en el exportación, debe preferirse la exportación del combustóleo, ya que éste, en las condiciones actuales, rinde más que el gas natural en el mercado de exportación.

3. Si el gas natural puede desplazar un volumen de combustóleo que pueda ser transformado en productos ligeros o medios, en las plantas catalíticas con que cuenta, no debe exportarse el gas natural.

4. Si el uso del gas natural desplaza combustóleo que no tiene mercado, resulta inconveniente usar el gas y es preferible su exportación.

5. Solamente conviene exportar gas cuando se tenga un excedente con respecto a la demanda nacional, según se define en los puntos anteriores, más un margen suficientemente amplio, y cuando no exportar el gas signifique dejar de explotar los yacimientos, de manera que sea antieconómico el empleo de las reservas.

6. Solamente debe exportarse gas seco, es decir, gas al que se le han extraído los hidrocarburos licuables que contenga.

Dadas las posibilidades de producción de gas natural de la zona norte (Reynosa, Tamps.), parece ser que ya no existe la disyuntiva entre exportar gas o exportar petróleo crudo; es más, parece ser que no hay necesidad de aumentar los actuales volúmenes de exportación, ni la de celebrar nuevos contratos que nos obliguen a distraer el gas natural que demandarán las diferentes localidades de la zona que actualmente están servidas. El cuadro siguiente demuestra en forma elocuente esta situación:

CUADRO No. 33

Producción y distribución del gas natural  
de la Zona Norte (Reynosa)

—millones de m<sup>3</sup>—

	1955	1958	1961
Capacidad de absorción	3 000	3 000	3 000
Producción	747	2 776	3 801
Volumen servido a la Zona	506	1 102	2 109
Monterrey	506	1 102	1 750
Sabinas Hidalgo	...	...	326
Torreón	...	...	2
Saltillo	.....	.....	31
Chihuahua	.....	.....	.....
Exportación	(o)	1 362	1 524
Diferencia (Autoconsumo y pérdidas)	241	312	168

(o) menor de la unidad.

Las reservas probadas de gas natural al año de 1958 para la zona norte (Reynosa) se estimaron en 90 650 millones de m<sup>3</sup> (a diciembre de 1955 se estimaban estas reservas en 69 950 millones de m<sup>3</sup>). De acuerdo con la producción alcanzada en 1961 en dicha zona, estas reservas durarían 24 años, en el caso de que no hubieran aumentado. Suponemos que sí han aumentado pero no en la misma proporción de las otras zonas productoras en que Pemex realiza exploraciones.

Fué hasta octubre de 1962 en que se aumentó la capacidad de la plantas de absorción de Reynosa, siendo esta nueva ca-

pacidad de 5 400 millones de m<sup>3</sup>. El aumento de esta capacidad se hizo necesaria por la gran demanda de los nuevos mercados que Pemex se comprometió a surtir con la instalación de los nuevos gasoductos como el de Monterrey-Saltillo-Torreón-Coahuila, sin contar con el gasoducto que abastecerá (o abastece) a Monclova, Coah. Por otro lado, es de suponerse que los mercados de Monterrey, Sabinas Hidalgo y Ciudad Miguel Alemán, están creciendo constantemente. En efecto, se ha hablado en los últimos años que los consumidores domésticos y comerciales han sufrido escasez de este combustible por apremios de los grandes industriales.

Los puntos dos y tres contienen argumentos que demuestran la inconveniencia de exportar gas natural, puesto que sí es preferible la exportación de combustóleo porque tiene una mayor densidad económica que el gas natural, es decir, se vende a mejores precios y existen más facilidades de transporte para estos productos a mercados distantes. Por otro lado, también es verdad que en el país existen plantas catalíticas que pueden transformar mayores cantidades de combustóleo en productos ligeros o medios que alcanzan valores más altos que el propio gas, por lo tanto, sí es conveniente que el gas natural desplace mayores cantidades de combustóleo.

Por lo que respecta al punto cuatro, no importa que el gas natural desplace al combustóleo puesto que éste tiene mercado como tal o transformado en productos ligeros o medios.

Por lo que respecta al punto cinco, y de acuerdo con el examen del cuadro anterior creemos que no existe ningún excedente de gas natural con respecto a la demanda nacional, que requiere cada día de mayores abastecimientos de gas natural para usos industriales y para la generación de energía eléctrica.

En el caso del punto seis, es obvio que la exportación de gas natural sólo debe hacerse una vez que se le han extraído los hidrocarburos licuables que contenga; es decir, tiene que ser gas seco, pues de otra manera no podría transportarse por gasoductos por razones técnicas y económicas.

Consideramos, por otro lado que hasta 1961 sí se presentó la conveniencia de realizar exportaciones de gas natural de la zo-

na noreste (Reynosa) para dar salida a una parte de los excedentes disponibles, puesto que no se habían ampliado las redes de gasoductos para abastecer el mercado nacional, y por consiguiente eran válidas las tres razones que aducía Pemex en apoyo de tales exportaciones: a) aumentar el ingreso de divisas, b) obtener ingresos en compensación de las inversiones realizadas, y c) que los mismos consumidores nacionales resultarían beneficiados porque el uso conveniente de las reservas de gas y los ingresos de tal modo obtenidos, permitirían un desarrollo mayor de la zona productora.

Sin embargo, existen otros factores que sí harían conveniente la exportación de gas natural: a) conectar a las redes de gasoductos de la zona norte con otras zonas productoras de gas natural como son las de la Nueva Faja de Oro y la de Poza Rica; b) la posibilidad de realizar intercambios con empresas distribuidores de gas natural de los Estados Unidos, para entregarles gas en Reynosa, por ejemplo, y recibirlo, en cambio, en otras zonas del norte y del noroeste, de Chihuahua a Sonora y Baja California, hasta las que, en la actualidad, no es costeable transportarlo.

Las exportaciones que actualmente realiza Pemex, tienen su origen en un contrato que se firmó en 1955 para entregar, según dicho contrato un mínimo de 2.85 millones y un máximo de 5.7 millones de m<sup>3</sup> diarios, a la empresa "Texas Eastern Transmisión Corporation", la cual según Pemex fué la que pudo ofrecer mejores condiciones por nuestro gas. El precio que se obtuvo fué de un mínimo de 14.2 centavos de dólar por millar de pies cúbicos, o sean 6.27 centavos moneda nacional por metro cúbico de gas natural seco, "con una escala ascendente cada año y la posibilidad de renegociar los precios cada cinco años, conforme a los aumentos del mercado". A este contrato se le asignó una duración de 20 años y se decía que produciría un mínimo de 116 y un máximo de 232 millones de dólares. De acuerdo con los valores promedios que han alcanzado estas exportaciones de 1958 a 1962 han sido 92 millones de pesos, y el precio unitario no se ha modificado desde hace más de cinco años, según puede observarse en el cuadro siguiente:

CUADRO No. 34

Exportaciones de Gas Natural

Años	Cantidad millones de m <sup>3</sup>	Valor Millones de pesos	Precio medio
1953	(o)	(o)	..
1954	(o)	(o)	
1955	(o)	(o)	
1956	(o)	(o)	
1957	381	22.93	0.0601
1958	1 362	82.91	0.0608
1959	1 517	93.60	0.0617
1960	1 387	86.76	0.0625
1961	1 524	96.62	0.0636
1962*	1 528	98.10	0.0642

Fuente: Pemex.

\* Cifras estimadas.

(o) menor que la unidad.

Por otro lado, si bien es cierto que en 1962 exportamos gas natural por valor de 98 millones de pesos (alrededor de 8 millones de dólares) también es cierto que importamos gas natural por valor de 25 millones para las ciudades fronterizas, más 123 millones de pesos por concepto de importaciones de gas licuado con lo cual en este aspecto se tiene una Balanza Comercial desfavorable.

## 8.—MERCADO ACTUAL Y POTENCIAL.

Las proyecciones del consumo del gas natural no deben sobrepasar un período de 10 años y han de tomarse en consideración el crecimiento de la población, el mejoramiento del nivel de vida y el incremento de la actividad económica. También tendrán que tomarse en cuenta las dimensiones actuales del mercado interno, sus perspectivas de crecimiento a plazos medio y largo. La magnitud y comportamiento del mercado internacional, en el caso del gas natural, no tiene mayor influencia.

Por principio de cuentas, debemos formarnos una idea de la estructura del mercado de gas natural en los años que se han seleccionado. Tal objetivo llena el cuadro No. 35.

Para la elaboración de dicho cuadro debieran tomarse en consideración conceptos tales como gas reextraído, almacenado en los campos y pérdidas en transportes. Los dos conceptos mencionados primeramente no tienen aplicación en el caso de nuestro país, por no seguirse aún estas prácticas. Por carecer de datos sobre las pérdidas en transportes nos estamos refiriendo al consumo bruto.

Las cifras que nos interesan para nuestro intento de proyección de la demanda de gas natural originada en México son las correspondientes del total dispuesto, o sea la demanda, y su contrapartida: la oferta. La proyección que pretendemos hacer de la demanda en 1970 tiene carácter de tentativa y como una práctica académica, debido principalmente a la carencia de muchos datos.

El principal uso que se hace actualmente del gas natural es con fines industriales, principalmente para grandes consumidores industriales; en este caso aplicaremos la tasa de incremento del índice de volumen de producción de la industria de transformación, que en el período 1955-1961 se desarrolló a una tasa de 6.7%, anualmente.

Los consumos de la industria minero-metalúrgica están representados por las importaciones realizadas por las aduanas de Piedras Negras, Nuevo Laredo y Naco; a estos consumos se les aplicará un incremento de 1.3% anual que alcanzó esta actividad de 1955 a 1961.

A los usos en los campos petroleros les aplicaremos la tasa de incremento de 6.7%, que corresponde a los consumos de esta clase realizados por la industria petrolera de 1950 a 1961.

**Cuadro No. 35**  
**Oferta y Demanda de gas natural en México,**  
**en los años que se indican**  
**millones de m<sup>3</sup>**

C o n c e p t o s .	1940	1950	1955	1958	1961	1962
Producción bruta	986	1 794	3 486	7 574	10 398	10 516
menos: Gas reinyectado a la formación	...	...	296	1 638	3 066	n.d.
Producción neta	986	1 794	3 190	5 936	7 332	n.d.
menos: pérdidas y desperdicios	818	1 121	1 580	1 432	1 581	n.d.
Producción al mercado	168	673	1 610	4 504	5 751	6 630
menos:						
Usos en los campos petroleros.	166	558	536	1 359	1 133	1 158*
Puesto en tratamiento (a)	...	...	334	388	196	340*
Producción vendida neta	2	115	740	2 757	4 422	5 132
----- O -----						
OFERTA:	338	1 315	2 168	4 768	6 003	6 902
Producción al mercado	168	673	1 610	4 504	5 751	6 630
Importaciones	170	642	558	264	252	272
DEMANDA:	338	1 315	2 168	4 768	6 003	6 902
Consumo bruto	338	1 315	2 168	3 406	4 479	5 374
Exportaciones	...	...	(o)	1 362	1 524	1 528
Total dispuesto:	338	1 315	2 168	4 768	6 003	6 902

Nota: Cuadro elaborado con datos de Pemex.

\* Cifras estimadas.

n.d. No disponibles.

(a) Para la obtención de azufre.

(o) Menor que la unidad.

A los usos en los campos petroleros les aplicaremos la tasa de incremento de 6.7%, que corresponde a los consumos de esta clase realizados por la industria petrolera de 1950 a 1961.

El gas natural utilizado en la generación de energía eléctrica lo moveremos con los incrementos de la generación de energía termoeléctrica que, durante el período 1950-1961 se desarrolló a una tasa de 9.5%.

En el caso de los consumos de gas natural para usos domésticos y comerciales, nos valdremos de las estimaciones sobre la población que para 1970 se presentan en el Cuadro No. 46, en el cual se tomaron en consideración las ciudades que actualmente cuentan con servicio público de distribución de gas natural y las que tienen mayores probabilidades que en el transcurso del decenio 1960-1970 sean abastecidas con este tipo de servicio, dada su cercanía a las redes de gasoductos actualmente en operación o en proyecto.

Un material muy valioso para la estimación de este servicio lo constituyen los datos de la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A." para 1962. El número promedio de consumidores domésticos fué en dicho año de 51 007; y el de consumidores comerciales de 2 179. La población estimada para Monterrey en dicho año es de 671 000 habitantes. Consideramos que el 8% de dicha población es la que consume gas natural. El número de consumidores comerciales con respecto a dicha población es de 0.325%. El gas natural vendido para usos domésticos ascendió a 82 millones de m<sup>3</sup>, de donde resulta un servicio por consumidor de 1 608 m<sup>3</sup>. Para usos comerciales e industriales pequeños se vendieron 30 millones de m<sup>3</sup>, de lo que resulta un servicio por consumidor de esta clase de 13 768 m<sup>3</sup>.

Las exportaciones de gas natural en el período comprendido de 1958 a 1962 se han venido realizando a una tasa de incremento anual de 3%, la cual no tiene posibilidades de aumentar a menos de que se construyan otras plantas de absorción en la zona norte y que se hagan las conexiones de aquellos gasoductos con los de otros campos productores de otras zonas.

Con todos los elementos enunciados brevemente en los párrafos anteriores vamos a tratar de estimar la demanda de gas natural para 1970 con el desglose por tipos de consumidores que se señalan en el cuadro siguiente:

CUADRO No. 36

Proyección de la demanda de gas natural en 1970

—millones de m<sup>3</sup>—

	1962	1970	Incremento anual %
Usado en los campos petroleros	1 158*	1 945	6.7
Puesto en tratamiento	340*	340	0
Generación de energía eléctrica	431	892	9.5
Industrias minero-metalúrgicas	227*	251	1.3
Otros consumos industriales	3 062	5 145	6.7
Suma consumos industriales	5 218	8 573	6.4
Servicio doméstico	116*	1 786	40.7
Servicio comercial y pequeño- industrial	40*	580	39.6
Consumo bruto	5 374	10 939	9.3
Exportaciones	1 528	1 936	3.0
Demanda	6 902	12 875	8.1

\* Cifras estimadas.

Hemos supuesto también que el gas puesto en tratamiento para la obtención de azufre no alcanzará volúmenes considerables dado que en nuestro país existen yacimientos de azufre muy grandes que pueden surtir a la industria en forma más económica y con mayor regularidad. Es muy probable que por mucho tiempo se continúen quemando en la atmósfera grandes cantidades de anhídrido carbónico y ácido sulfúrico.

Es muy probable que los consumos de gas natural para la generación de energía eléctrica alcancen volúmenes superiores a los 892 millones de m<sup>3</sup> que hemos estimado dado que habrá una tendencia mayor a desplazar cantidades considerables de combustibles para estos usos. Algo similar puede decirse con respecto al renglón otros consumos industriales.

Los altos consumos para servicio doméstico y comercial son susceptibles de realizarse si se continúan con firmeza los proyectos que actualmente tienen entre manos las diversas empresas agrupadas en la "Asociación Mexicana de Gas Natural". Si la iniciativa privada no acepta esta responsabilidad en un plazo perentorio corre el riesgo de que sea un organismo descentralizado el que se eche a cuestras esta tarea por la necesidad inaplazable de que este recurso natural se traduzca en beneficios económicos para un mayor número de habitantes. Si consideramos los 51 000 consumidores domésticos de Monterrey y los 38 500 que estimamos para las otras ciudades que actualmente cuentan con este servicio (Ciudad Juárez, Nuevo Laredo y Piedras Negras) y consideramos 4 miembros por familia, tenemos que en la actualidad se benefician con este servicio alrededor de 358 000 habitantes, que representan aproximadamente el 1% de la población total estimada para 1962. De realizarse el volumen de consumo doméstico proyectado para 1970, y siguiendo el mismo procedimiento anterior tendríamos que en las 30 ciudades posiblemente servidas resultarían beneficiados 4.5 millones de habitantes que representarían aproximadamente el 10% del total de habitantes estimado para 1970. De lo cual resulta que la meta propuesta es muy modesta, es decir, que el aprovechamiento del gas natural en beneficio de la población mexicana se encontraría todavía en niveles bajos.

Para la proyección de la producción bruta de gas natural en el período de 1950 a 1962 encontramos que ésta se efectúa con tres tendencias de incrementos: 15.9% de 1950 a 1962, 17.1% de 1955 a 1962 y 8.5% de 1958 a 1962, dando, por consecuencia, tres cifras posibles de producción para 1970 y son respectivamente de 33 890, 37 179, y 20 197 millones de m<sup>3</sup>. En virtud de que a partir de 1958 el porcentaje de pérdidas y quemado en la atmósfera se reduce a una cifra entre 18 y 15% del total producido, en comparación con las altas cifras de años anteriores, consideramos que es a partir de dicho año cuando se empieza a hacer un mejor uso de nuestra producción de gas y por lo tanto nos parece más representativa la tasa de un incremento de 8.5%.

Si a las 20 200 millones de m<sup>3</sup> que se producirán en 1970 les restamos 12 875 millones de la demanda estimada para ese año, nos queda un remanente que se puede distribuir tentativamente en un 20% para el gas reinyectado y un 15% para el gas quemado en la atmósfera y las pérdidas. La reinyección se hará más con fines de recirculación para obtener mayores cantidades de hidrocarburos licuables que para fines de mantener la presión de los yacimientos, dado que esta práctica se ha seguido fundamentalmente en los yacimientos de Poza Rica.

A esta producción de 20 200 millones de m<sup>3</sup> en 1970 deberá corresponder, cuando menos, unas reservas probadas de gas natural de 29 veces dicha producción si se desea mantener la misma proporción de producción a reservas que existía para 1961, o sea que se deberán tener unas reservas de 585 800 millones de m<sup>3</sup>, es decir, que los trabajos de exploración deberán intensificarse con resultados positivos a efecto de aumentar las reservas de gas natural, a una tasa de incremento anual de 8.7%.

Es muy notoria la desproporción en el uso de las reservas de gas, en relación con la de aceite. Aunque el empleo del gas se hace ya en escala mayor, todavía la relación reservas-producción es de 29 años. Como el desenvolvimiento de las zonas productoras se hallaba frenado por falta de mercados, resulta evidente que el uso de las reservas de gas ha sido y es lento. En consecuencia frente al incremento que tendrá la demanda de hidrocarburos resulta conveniente satisfacer con gas natural una proporción mayor del consumo, por dos razones principalmente: a) por el volumen de las reservas probadas de gas en proporción al que actualmente se produce y utiliza, y b) por la necesidad de que el gas cuente con mayores mercados a fin de continuar el desarrollo de las zonas productoras ya descubiertas. Además, ya hemos visto como los aumentos de las reservas de petróleo se efectúan a una tasa menor que las de gas natural.

La región del sureste presenta condiciones muy especiales como mercado potencial para el gas natural, aún sin considerar la petroquímica. Se menciona la posibilidad de establecer industrias siderúrgicas que en lugar de emplear el procedimiento clásico de usar el coque como reductor, podría utilizarse directamente el gas natural; la abundancia de gas natural facilitaría la instalación de plantas termoeléctricas para desarrollar una industria electroquímica, se podría aprovechar el gas natural en los ingenios azucareros liberando el bagazo de caña para la producción de papel. En un futuro más o menos lejano podría crearse en esas regiones una industria petroquímica que utilizara los hidrocarburos del gas natural para manufacturar varias sustancias que tiene gran demanda en el extranjero y que tendrían salida por los puertos del Golfo y del Pacífico, así como por ferrocarril y carretera. También podría desarrollarse con más firmeza la rama de fertilizantes petroquímicos sólidos.

El consumo de las enormes reservas de gas de Macuzpana-Campeche tendrá que apoyarse en el desarrollo de los cuatro mercados lógicos siguientes: a) el centro del país, b) la región isumica de Golfo, c) la parte central de Veracruz y Puebla y d) Campeche y Yucatán.

En la zona central de la República, el aumento general de producción de refinados ligeros y medios determinado por las ampliaciones a las capacidades de producción de las refinerías de Atzacapotzalco y Salamanca, han dado lugar a una mayor demanda de combustóleo con lo que se ha planteado la escasez de combustible industrial en el Distrito Federal y sus alrededores y en el Bajío. La solución a este problema consistirá en sustituir combustóleo por gas natural.

En las regiones de Orizaba, Córdoba, Puerto de Veracruz y Puebla existe una gran demanda de combustible industrial que empieza a ser abastecida con gas natural transportado por el gasoducto Ciudad Pemex-Ciudad de México.

En la región istmica del Golfo de México existe también un mercado para el gas natural: las operaciones de las refinerías de Minatitlán así como las de las plantas azufreras y de otras industrias.

Finalmente, el mercado lógico para el gas que se produce en el extremo oriental de la región productora de Macuzpana-Campeche, lo constituyen los Estados de Campeche y Yucatán, cuyo abastecimiento de combustóleo ofrece también serias dificultades, en cuanto el volumen de la demanda justifique la operación económica de un gasoducto.

Cuadro No. 37  
CONSUMO DE GAS NATURAL POR ZONAS GEOGRAFICAS.  
millones m<sup>3</sup>

AÑOS	CONSUMO TOTAL	ZONA NORTE				ZONA CENTRO		ZONA SUR
		CIUDADES		MONTERREY		MEXICO SALAMANCA	OTROS	
		FRONTERIZAS IMPORTADO	DE IMPORTACION	DEL PAIS	OTROS			
1934	190	23	167	...	...	...	...	
1935	218	22	196	...	...	...	...	
1936	219	20	199	...	...	...	...	
1937	126	27	99	...	...	...	...	
1938	55	28	27	...	...	...	...	
1939	113	33	80	...	...	...	...	
1940	173	26	145	2	...	...	...	
1941	223	38	181	4	...	...	...	
1942	266	48 <sup>o</sup>	218 <sup>o</sup>	1	...	...	...	
1943	314	55*	258*	1	...	...	...	
1944	374	76*	297*	1	...	...	...	
1945	489	161*	328*	(o)	...	...	...	
1946	450	152*	298*	(o)	...	...	...	
1947	500	166*	332*	2	...	...	...	
1948	572	157*	358*	57	...	...	...	
1949	578	112 <sup>o</sup>	359*	107	...	...	...	
1950	757	256	386	115	...	...	...	
1951	877	234	315	233*	...	95*	...	
1952	1 006	251	283	353*	...	119*	...	
1953	1 041	262	317	313*	...	149*	...	
1954	1 186	261	385	354*	...	186*	...	
1955	1 298	275	283	506	...	234	...	
1956	1 379	279	251	639	...	210	...	
1957	1 413	286	117	777	...	232	1	
1958	1 660	264	...	1 102	...	288	6	
1959	1 960	292	...	1 349	50	266	3	
1960	2 394	280	...	1 547	276	282	1	
1961	3 149	252	...	1 750	359	763	2	
1962	3 875	272	...	1 713	533	1 205	15	
							137	

Nota: Se excluye el gas natural usado en operación por la industria petrolera y el puesto en tratamiento para la obtención de azufre.

\* Cifras estimadas.

(o) Menos de la unidad.

**Cuadro No. 38**  
**IMPORTACION POR ADUANAS DE GAS NATURAL EN TUBERIA.**

millones de m<sup>3</sup>

AÑOS	IMPORTACION	CIUDAD	NUEVO	NACO	PIEDRAS	SAN PEDRO	CIUDAD	REYNOSA
	TOTAL	JUAREZ CHIH.	LAREDO TAMPS.	SONORA	NEGRAS COAH.	DE ROMA TAMPS.	MIGUEL ALEMAN TAMPS. (A)	TAMPS.
1934	189.5	0.5	1.9	20.4	...	166.7	...	...
1935	218.0	0.6	2.5	18.3	...	195.9	...	...
1936	219.7	0.7	3.1	16.0	(o)	199.5	...	...
1937	126.6	1.0	3.5	22.5	0.3	99.3	...	...
1938	54.8	1.4	3.0	22.2	1.4	26.9	...	...
1939	112.9	1.7	3.5	25.5	2.8	79.6	...	...
1940	170.5	1.4	3.9	17.9	2.4	144.8	...	...
1941	219.5	2.0	4.3	29.8	2.2	181.2	...	...
1950	642.1	9.6	153.6	82.7	8.7	...	98.6	287.9
1951	542.8	12.0	126.9	86.9	8.6	...	4.9	310.5
1952	533.5	12.7	137.5	90.3	10.1	...	...	282.8
1953	579.5	11.4	146.1	93.7	11.3	...	...	317.1
1954	646.6	11.7	149.6	89.5	10.6	...	...	385.2
1955	557.9	12.5	150.5	99.8	11.9	...	...	283.3
1956	529.8	14.6	144.0	106.3	13.7	...	...	251.3
1957	402.9	14.1	153.9	107.2	10.9	...	...	116.8
1958	264.0	16.9	128.3	107.0	11.8	...	...	...
1959	292.4	15.7	159.0	99.1	18.5	...	...	...
1960	279.7	16.2	155.5	86.7	20.8	...	...	...
1961	252.2	15.8	147.4	63.2	19.8	...	...	...
1962	272.0	17.2	158.8	74.5	21.4	...	...	...

Fuente: Dirección General de Estadística. Oficina de Comercio Exterior.

(a) Antes San Pedro de Roma, Tamps.

Cuadro No. 39

## CONSUMO DE GAS NATURAL EN MONTERREY, NUEVO LEON.

—millones de m<sup>3</sup>—

Años	Consumo Total	Importado	Del País
1934	167	167	...
1935	196	196	...
1936	199	199	...
1937	99	99	...
1938	27	27	...
1939	80	80	...
1940	147	145	2
1941	185	181	4
1942	219	218*	1
1943	259	258*	1
1944	298	297*	1
1945	328	328*	(o)
1946	298	298*	(o)
1947	334	332*	2
1948	415	358*	57
1949	466	359*	107
1950	501	386	115
1951	548	315	233*
1952	636	283	353*
1953	630	317	313*
1954	739	385	354*
1955	789	283	506
1956	890	251	639
1957	994	117	777
1958	1 102	...	1 102
1959	1 349	...	1 349
1960	1 547	...	1 547
1961	1 750	...	1 750
1962	1 713	...	1 713

\* Cifras estimadas.

(o) Menos de la unidad.

## Cudro No. 40

## VENTAS DE GAS NATURAL EN LAS PLAZAS QUE SE INDICAN

millones de m'

Plazas	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
T O T A L	740	849	1 010	1 396	1 668	2 113	2 897	3 603
Monterrey	506	639	777	1 102	1 349	1 547	1 750	1 713
México — Salamanca	234	210	232	288	266	282	763	1 205
Sabinas Hidalgo, N. L.	...	...	...	...	50	247	326	354
Torreón	...	...	...	...	...	...	2	113
Minatitlán	...	...	...	...	...	...	(o)	88
Chihuahua	...	...	...	...	...	...	...	39
Veraacruz	...	...	...	4	1	1	3	36
Saltillo	...	...	...	...	...	29	31	27
Coatzacoalcos	...	...	...	...	...	3	16	9
Poza Rica	...	...	...	...	...	...	2	14
Campeche	...	...	...	2	2	4	4	4
Orizaba	...	...	...	...	...	...	...	1
Puebla	...	...	...	...	...	...	...	(o)
Irapuato	...	...	...	...	...	...	...	(o)

Fuente: Petróleos Mexicanos.

(o) Menos de la unidad.

## Cuadro No. 41

IMPORTACIONES DE GAS NATURAL POR TUBERIA EN LA  
REPUBLICA MEXICANA

De 1934 a 1961

AÑOS	CANTIDAD	VALOR	VALOR UNITARIO
	MILLONES M <sup>3</sup>	MILES DE \$	MEDIO \$
1934	189.5	2 350	0.0124
1935	218.0	2 340	0.0107
1936	219.7	2 350	0.0107
1937	126.6	2 240	0.0177
1938	54.8	1 100	0.0201
1939	112.9	2 170	0.0192
1940	170.5	1 840	0.0108
1941	219.5	2 490	0.0113
1942	265.1	2 610	0.0100
1943	313.5	3 680	0.0117
1944	373.2	5 320	0.0142
1945	488.8	8 480	0.0173
1946	450.2	10 000	0.0222
1947	498.3	9 420	0.0189
1948	515.4	9 790	0.0190
1949	471.2	13 030	0.0276
1950	642.1	14 396	0.0224
1951	549.8	16 378	0.0298
1952	533.5	20 156	0.0378
1953	579.5	18 006	0.0311
1954	646.6	17 563	0.0272
1955	557.9	23 421	0.0415
1956	529.9	21 990	0.0415
1957	402.9	18 996	0.0471
1958	264.0	18 744	0.0710
1959	292.4	21 703	0.0742
1960	279.7	23 619	0.0844
1961	252.0	23 449	0.0931
1962	272.4	25 200	0.0925

Fuente: Dirección General de Estadística. Anuarios de Comercio Exterior.

## Cuadro No. 42

**CONSUMO APARENTE DE GAS NATURAL POR TUBERIA  
EN LA REPUBLICA MEXICANA**

Años de 1939 a 1961

Millones de M'

AÑOS	CONSUMO APARENTE	PRODUCCION (A)	IMPORTACION	EXPOR- TACION
1939	299	186	113	...
1940	336	166	170	...
1941	379	160	219	...
1942	397	132	265	...
1943	470	157	313	...
1944	616	243	373	...
1945	738	249	489	...
1946	729	279	450	...
1947	784	286	498	...
1948	814	299	515	...
1949	1 048	576	471	...
1950	1 315	673	642	...
1951	1 321	771	550	...
1952	1 408	875	533	...
1953	1 881	1 272	579	...
1954	2 031	1 384	647	(o)
1955	2 168	1 610	558	(o)
1956	2 478	1 948	530	(o)
1957	2 804	2 782	403	381
1958	3 406	4 504	264	1 362
1959	3 394	4 619	292	1 517
1960	3 777	4 884	280	1 387
1961	4 479	5 751	252	1 524

(o) Menor que la unidad.

(a) No se incluye el gas reinyectado ni el quemado en la atmósfera ni las pérdidas.

Los prácticas de reinyección se iniciaron en octubre de 1951; a partir de 1959 se presentaron cifras separadamente para el gas usado en operación e inyectado, en consecuencia las otras cantidades fueron estimadas.

## Cuadro No. 43

VALOR DE LAS VENTAS DE GAS NATURAL REALIZADAS POR LA  
 EMPRESA "ELECTRICIDAD Y GAS DE MONTERREY", S. A.  
 (ANTES "CIA. DE TRANVIAS, LUZ Y FUERZA  
 MOTRIZ DE MONTERREY", S. A.).

millones de pesos.

AÑOS	TOTAL	DOMESTICO	COMERCIAL E INDUSTRIAL	INDUSTRIAL GRANDE
1950	5.08	2.57	0.63	1.87
1951	5.57	2.84	0.77	1.96
1952	6.02	3.07	0.98	1.98
1953	6.37	3.36	1.07	1.94
1954	8.20	3.68	1.25	3.27
1955	9.64	3.95	1.48	4.21
1956	10.78	4.28	1.59	4.92
1957	10.79	4.51	1.63	4.64
1958	11.48	5.14	1.77	4.56
1959	13.11	6.08	2.07	4.96
1960	21.01	10.33	3.95	6.73
1961*	26.14	15.03	4.07	7.04
1962	23.10	11.20	4.40	7.50

\* Cifras estimadas.

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad.

Cuadro No. 44

**PRECIOS MEDIOS DEL GAS CONSUMIDO EN LOS  
LUGARES Y AÑOS QUE SE INDICAN (a)**

	1935	1940	1950	1955	1960	1961	1962
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
1) Ciudades fronterizas	0.0294	0.0436	0.0373	0.0667	0.0844	0.0930	0.0925
Ciudad Juárez	0.0500	0.0764	0.0935	0.1680	0.1821	0.2107	n. d.
Nuevo Laredo	0.0240	0.0333	0.0251	0.0808	0.0743	0.0771	n. d.
Naco, Son.	0.0279	0.0402	0.0437	0.0167	0.0705	0.0696	n. d.
Piedras Negras	---	0.0666	0.1290	0.2016	0.1447	0.1985	n. d.
Nogales	0.0667	---	---	---	---	---	---
2) Monterrey	0.0086	0.0049	0.0167	---	0.0420	0.0463	0.0489
De importación	0.0086	0.0049	0.0126	0.0142	---	---	---
Del país	---	---	0.0320	0.0353	0.0430	0.0460	0.0483
3) Otras plazas norteañas							
Torreón	---	---	---	---	---	0.1190	0.1223
Sabinas	---	---	---	---	0.0780	0.0820	0.0830
Monclova	---	---	---	---	---	---	---
Saltillo	---	---	---	---	0.0840	0.0873	0.0900
4) Zona centro							
México-Salamanca	---	---	---	0.0690	0.1200	0.1210	0.1193
Poza Rica	---	---	---	---	---	0.1050	n. d.
Puebla	---	---	---	---	---	---	0.1210
Irapuato	---	---	---	---	---	---	0.1360
5) Zona Sur							
Veracruz	---	---	---	---	0.1000	0.1130	0.1130
Campeche	---	---	---	---	0.1520	0.1520	0.1510
Minatitlán	---	---	---	---	---	0.1000	0.1210

(a) Se excluyen los consumos de Pemex. Se trata de valores al nivel de productor y primer distribuidor.

Cuadro No. 45

## PRECIOS PROMEDIOS DE VENTAS DE GAS NATURAL EN LAS PLAZAS QUE SE INDICAN

P e s o s

Plazas	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
Monterrey	0.03475	0.03577	0.03551	0.03199	0.03356	0.04303	0.04580	0.04796
México-Salamanca	0.06903	0.07008	0.07440	0.08900	0.12157	0.12038	0.12122	0.11930
Veraacruz	...	...	0.10530	0.09700	0.10097	0.10000	0.11298	0.11284
Campeche	...	...	...	0.15151	0.15156	0.15156	0.15171	0.15147
Sabinas Hgo., N. L.	...	...	...	...	0.07758	0.07847	0.08171	0.08260
Saltillo	...	...	...	...	...	0.08391	0.08714	0.09049
Poza Rica	...	...	...	...	...	...	0.10542	n. d.
Coahuacalcos	...	...	...	...	...	n. d.	n. d.	n. d.
Puebla	...	...	...	...	...	...	...	0.12121
Minatitlán	...	...	...	...	...	...	0.09979	0.12100
Torreón	...	...	...	...	...	...	0.11 25	0.12158
Orizaba	...	...	...	...	...	...	...	0.11356
Irapuato	...	...	...	...	...	...	...	0.13636
Chihuahua	...	...	...	...	...	...	...	0.19271

FUENTE: Pemex.

Cuadro No. 46

## PROYECCION DE LA POBLACION MEXICANA AL AÑO DE 1970

Miles de Habitantes

P o b l a c i ó n	1950	1960	1970	Variaciones en %	
				60 /50	70 /60
Distrito Federal.	3 050	4 871	6 888	59.70	48.49
Guadalajara, Jal.	377	734	1 380	94.69	88.00
Monterrey, N. L.	333	597	1 072	79.28	79.56
Puebla, Pue.	211	289	364	36.97	25.95
Cd. Juárez, Chih.	123	262	483	113.00	84.35
León, Gto.	123	209	369	69.92	76.56
Torreón, Coah.	129	180	222	39.53	23.33
Mexicali, B. C.	65	175	320	169.23	82.86
San Luis Potosí, S.L.P.	60	152	178	153.33	17.10
Tijuana, B. C.	60	152	257	153.33	69.08
Chihuahua, Chih.	87	150	246	72.41	64.61
Veracruz, Ver.	101	144	209	42.57	45.14
Tampico, Tamps.	94	122	175	29.79	43.44
Aguascalientes, Ags.	94	122	184	29.79	50.82
Saltillo, Coah.	70	99	144	41.40	45.00
Nuevo Laredo, Tamps.	58	94	130	62.07	38.60
Matamoros, Tamps.	46	93	145	102.17	55.70
Irapuato, Gto.	49	84	165	71.43	96.00
Toluca, Méx.	53	77	145	45.28	88.10
Reynosa, Tamps.	34	74	111	117.65	49.70
Orizaba, Ver.	52	70	96	25.00	37.40
Jalapa, Ver.	52	66	82	26.92	24.10
Pachuca, Hgo.	59	65	71	10.17	9.20
Gómez Palacios, Dgo.	46	61	69	32.61	13.80
Celaya, Gto.	34	59	82	73.53	39.50
Ciudad Madero, Tamps.	41	54	66	21.71	21.76
Villa Hermosa, Tab.	34	52	92	52.94	77.70
Ciudad Victoria, Tamps.	32	51	81	59.37	58.80
Piedras Negras, Coah.	28	45	63	60.71	40.00
Campeche, Camp.	31	44	62	41.93	40.00
Suma Ciudades Consideradas	5 630	9 247	13 888	64.25	50.19
Total República Mexicana	25 790	34 923	47 251	35.43	35.30

## **CAPITULO V**

# **INFLUENCIA DEL CONSUMO DEL GAS NATURAL EN EL DESARROLLO ECONOMICO DE MEXICO**

## 1.—FUENTES PRINCIPALES DE ENERGIA EN MEXICO.

México cuenta en la actualidad con cuatro fuentes principales de energía: la fuerza hidráulica, el carbón mineral, los derivados ligeros del petróleo y el gas natural.

Al considerar las reservas energéticas convencionales de México (energía hidráulica, carbón mineral, petróleo y gas) se observa que el carbón representa el 60% del total de los recursos energéticos; la energía hidráulica el 36.5% y las reservas de hidrocarburos, petróleo y gas, sólo el 3.5%. Sin embargo, por lo que respecta al total de energía consumida, proveniente del aprovechamiento real de los recursos convencionales antes mencionados, la situación de México acusa que la energía consumida se satisface principalmente con petróleo y gas; con carbón (incluyendo el utilizado en la industria siderúrgica) en mucho menor escala y el resto proveniente de fuentes hidráulicas.

Por otro lado se afirma que la aportación que en el futuro puedan hacer las fuentes de energía hidráulica y las minas de carbón a nuestras necesidades energéticas son muy pequeñas y si continúan cubriendo sólo el porcentaje que históricamente han cubierto durante, digamos, los últimos 25 años, que ha sido aproximadamente de 14%, lo cual es muy posible, queda un 86% por cubrir a partir de otras fuentes. Debemos dejar por sentado el hecho de que es muy dudable que la energía nuclear contribuya gran cosa a la satisfacción de nuestras necesidades futuras de energía, por el elevado costo de este tipo de energía y por el gran adelanto tecnológico y alto nivel de desarrollo económico que condicionan su utilización.

De nuestros requerimientos totales de energía, el petróleo y sus derivados ligeros (y el gas natural) proporcionaban en 1930 el 65%, en 1940 el 70%, en 1945 el 85% y en la actualidad poco más del 90%. Se completa el cuadro presente con 5.5% de carbón y 2.5% de fluido eléctrico. La producción de energía termoeléctrica depende en 75% del petróleo y del gas, y la industria de transformación casi no utiliza otros combustibles que petróleo y gas.

En México se genera electricidad recurriendo preferentemente a fuerzas térmicas e hidráulicas. Hay también pequeñas plantas que aprovechan la fuerza motriz de las corrientes de aire. En los 81 años transcurridos de 1879 a 1960 se dió preferencia inicialmente a la generación de electricidad empleando fuerza térmica, pero a fines del medio siglo el 50% de la totalidad de la capacidad instalada de generación de electricidad empleó fuerzas hidráulicas y el otro 50% consumió combustible.

## 2.—DIVERSOS TIPOS DE CONSUMIDORES DE ENERGIA.

En términos generales los diversos tipos de consumidores de energía se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- a) Equipos móviles: autovehículos, ferrocarriles, tractores, barcos, aviones, etc.
- b) Equipos no móviles o estacionarios: centrales termoeléctricas, industrias de todos tamaños, calefacción doméstica y comercial, consumos de las instalaciones de la industria petrolera y del gas natural.

Los dos grupos de consumidores utilizan combustibles líquidos derivados del petróleo, con excepción de la industria de la ciudad de Monterrey, una pequeña parte de la industria del Distrito Federal y tres refinerías de Pemex.

La energía de la mayor parte de los consumidores no móviles puede ser abastecida económicamente con gas natural, a fin de liberar los combustibles líquidos para llenar futuras demandas de los consumidores móviles, una vez que estén agrupados geográficamente en centros de fuerte consumo a fin de aprovechar cada vez mayores cantidades de los grandes yacimientos de gas natural con que cuenta actualmente el país. Estas condiciones se están cumpliendo y es posible ahora transportar económicamente el gas natural a distancias medianas y grandes.

## 3.—APROVECHAMIENTO DEL GAS NATURAL EN MEXICO.

El aprovechamiento del gas natural en México se lleva a cabo actualmente en los aspectos siguientes:

- 1) En su reinyección a los yacimientos de petróleo para restaurar sus presiones y por lo mismo, su energía impulsora;
- 2) En la producción secundaria de pozos sin presión, mediante el procedimiento conocido como "gas lift";
- 3) En su proceso en plantas de absorción, para extraerle hidrocarburos líquidos y licuables;
- 4) En su empleo en las instalaciones de la propia industria petrolera, en sustitución del combustible que antes se utilizaba;
- 5) En su empleo como combustible en la industria en general y para la generación de energía eléctrica;
- 6) En su empleo como combustible doméstico y comercial;
- 7) En su exportación;
- 8) En la obtención de subproductos como el azufre y su empleo como materia prima petroquímica.

De los empleos del gas natural enunciados en la relación anterior, las dos primeras formas de aprovechamiento no significan por ningún concepto un consumo, dado que las cantidades que se reinyectan a los yacimientos (que debe hacerse una vez que se le han extraído los hidrocarburos líquidos y licuables), son susceptibles de un aprovechamiento posterior, por un proceso de recirculación.

Por lo que respecta al punto tercero, se trata simplemente de una fase del proceso a que se somete el gas natural para extraerle los hidrocarburos líquidos y licuables, independientemente de que haya o no mercados suficientes para el gas seco que se obtenga. Los demás empleos del gas natural que se han mencionado sí constituyen un consumo.

#### 4.—EL USO DEL GAS NATURAL EN LA INDUSTRIA.

El uso del gas natural en la industria proporciona numerosas ventajas que en la mayoría de los casos permiten amortizar en poco tiempo la inversión que debe hacer el usuario en las instalaciones de medición y control y en los equipos de combustión apropiados. Se pueden citar las siguientes ventajas:

- 1) Abastecimiento ilimitado y constante, sin preocupaciones por transporte y almacenamiento;
- 2) Facilidad absoluta de operación. No requiere equipo de bombeo como en el caso del combustible líquido. Fácil adaptación para ser manejado por equipos de control automático;
- 3) Mejor control de la combustión, que se traduce necesariamente en ahorro de combustible;
- 4) Ausencia de azufre, con lo que se aumenta sustancialmente la vida útil del equipo y reduce notablemente los trastornos de operación y mantenimiento;
- 5) Pureza del gas natural, cualidad que en muchas ocasiones es indispensable para producir artículos de calidad, y que no sería posible con el uso de otros combustibles, excepción hecha del gas licuado;
- 6) No necesita calentamiento previo;
- 7) Limpieza en el manejo. No deja residuos, ni humos tóxicos o molestos;
- 8) Se paga después de consumido (los combustibles líquidos se pagan generalmente a la entrega);
- 9) Finalmente, evita la inversión de tanques de almacenamiento, espuelas de ferrocarril, etc., y hace innecesaria la inversión que representa una existencia constante de combustibles líquidos. Hay industrias que tienen inversiones cuantiosas en el combustible que tienen almacenado.

El gas natural se ha convertido ya en serio competidor del combustóleo y también, con gran margen a su favor, del gas licuado de petróleo (G.L.P.). Además, la demanda de gas natural puede incrementarse y llegar a desplazar ciertos derivados de petróleo que anteriormente eran utilizados para usos domésticos. En efecto, el creciente uso del gas natural está inyectando un nuevo factor de competencia entre las distintas fuentes de energía (y de calor), y que podrá compensar, en ciertos casos, los beneficios que de otra forma se abonarían a la energía hidroeléctrica como resultado de los aumentos de los precios del carbón y del petróleo.

El gas natural está librando una batalla contra la electricidad para conquistar la preferencia de los consumidores residenciales o industriales. En el uso doméstico el gas natural reúne todas las características para ganarle la batalla a la electricidad y al petróleo en lo que respecta a la calefacción de edificios y a los sistemas de calentamiento de agua; y puede resultar triunfante en su lucha contra la electricidad como energética para cocinar alimentos. El uso del gas natural en todas estas aplicaciones se está ampliando, citándose como ejemplo el gran porvenir que tiene en el acondicionamiento de aire de los grandes edificios modernos.

En la generación de energía eléctrica, el factor dominante es el combustible barato. Aunque se menciona frecuentemente que los depósitos carboníferos en México se pueden usar en gran escala para la producción de energía eléctrica, esto sólo es factible si las plantas se instalan encima de los mismos yacimientos y siempre que se utilice el carbón simultáneamente en aprovechamientos químicos como se hace en la Cuenca del Ruhr, en Alemania. Este caso se presenta en México con la planta termoeléctrica que se está instalando en Nava, Coah., con capacidad de 75 mil KW., con lo cual se resolverá el problema de la carencia de electricidad en extensas áreas de Coahuila, Chihuahua, Durango, Tamaulipas y Nuevo León.

Sin considerar otros factores económicos, el gas natural es un combustible privilegiado mientras que el carbón a granel es un combustible ordinario; cuando el precio del gas natural se reduce, ineludiblemente, el gas sustituye al carbón como combustible.

## 5.—EL USO DEL GAS NATURAL EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA.

En nuestro país, el aprovechamiento del gas natural como materia prima se halla todavía en sus comienzos. Sin embargo, desde 1958 se ha iniciado ya y se han puesto bases en sus aspectos legal y técnico para hacer posible su más amplia utilización futura en este campo. Tal es el caso de los intentos que se están realizando en el país para desarrollar una verdadera industria petroquímica.

La petroquímica es el sector de la industria química cuya producción se hace de la derivación de los productos petroleros y del gas natural. Suministra principalmente combinaciones alifáticas y secundariamente las aromáticas (que pertenecen tradicionalmente al ramo de la carboquímica) y los compuestos inorgánicos (como el amonio). Los productos orgánicos son combinaciones de carbono y de hidrógeno, cuyo carácter específico depende de la cantidad y de la relación de los átomos respectivos.

La ventaja de la petroquímica radica precisamente en el hecho de que las materias primas que se utilizan contienen estos dos elementos (carbono e hidrógeno) en proporciones favorables, de manera que se llega muy fácilmente —por diversos procedimientos, como desintegración ("cracking"), reformación y polimeración— a constituir nuevas combinaciones. Es así que se han podido crear diversos productos totalmente nuevos: materias plásticas, detergentes, fibras sintéticas, etcétera.

La facilidad del tratamiento de las materias primas en cuestión, ha permitido también a la petroquímica el competir eficazmente con las síntesis clásicas y especialmente con la producción de acetileno a base de carburo de calcio, con el amonio a base de gas de las fábricas de coque.

Conviene advertir que las inversiones de las industrias de la petroquímica son muy cuantiosas. Además, para obtener un óptimo rendimiento, es necesario crear grandes empresas con sus diversos elementos (vastos complejos) integradas vertical y horizontalmente (en toda su escala) de modo de consumir la materia prima íntegramente. Desde luego, tales complejos, para ser viables, deben poder disponer de amplios mercados. Es el caso de los Estados Unidos, por ejemplo, donde la petroquímica tiene una gran expansión, evidentemente favorecida por la existencia de grandes cantidades de petróleo (y gas natural). Por otro lado, está comprobado que si la petroquímica suministra 30% de la producción química americana y aún hasta 70% en lo que concierne a los compuestos orgánicos, no absorbe más que apenas 2% del consumo americano de petróleo.

La petroquímica, en términos generales, da nacimiento a industrias que no son de consumo directo, sino que se aprovecha en numerosas industrias de elaboración y reelaboración, para producir, al final, por sí mismas una mercancía consumible, o

bien combinándose con materias extrañas. La petroquímica es, pues, una industria generadora de industrias, palanca impulsora de la industrialización que pone en actividad grandes capitales, diferentes de los que se invirtieron inicialmente para producir los materiales básicos.

Hasta hace pocos años se podía afirmar todavía que nuestro país tenía un retraso de 25 años, cuando menos, en la evolución industrial necesaria para poner en marcha la petroquímica; pero el programa de inversiones que Petróleos Mexicanos ha desarrollado en los últimos años ha permitido a la industria petrolera nacional llegar a un grado tal de evolución que ha sido posible al fin abrir la era petroquímica del país.

De acuerdo con las reservas de petróleo y gas que hemos analizado en capítulos anteriores, puede concluirse que existe en nuestro país abundante materia prima para manufacturar productos de la petroquímica, sin comprometer el suministro de combustible para una demanda siempre creciente; además, como ya hemos visto en líneas anteriores, la industria petroquímica absorbe una pequeña parte de la producción total de hidrocarburos. Los hidrocarburos naturales, esto es, el petróleo y el gas, al ser utilizados por la industria petroquímica, dan un rendimiento económico muy elevado. Con poco se produce mucho y de muy alto valor.

De un estudio sobre las posibilidades de desarrollo de la industria petroquímica en México, realizado por el Banco de México en 1957, entresacamos los conceptos que consideramos más importantes a este respecto.

**Primero.**—No es posible por el momento iniciar la manufactura simultánea de un tan gran número de productos derivados de la industria petroquímica, puesto que las posibilidades de inversión quedan fuera de la capacidad económica de nuestro país y porque además, muchos de estos productos no cuentan todavía con un mercado doméstico importante, por lo que se tendrán que establecer condiciones de prioridad para la elaboración de algunos productos y la explotación de ciertas materias primas. Afortunadamente, por extraña coincidencia, las materias primas que ofrecen mayores posibilidades de explotación por su abundancia o bien

porque en la actualidad se desperdician en cierto grado, son, al mismo tiempo, base para manufacturar los productos que tienen más importancia para el país.

Segundo.—Son dos las materias primas que ofrecen las mejores posibilidades para el desarrollo de la industria petroquímica con base en ellas: el metano y el etileno, ambos hidrocarburos ligeros; el primero es un componente del gas natural y además el más abundante de los elementos que integran dicho gas; el segundo se obtiene en cantidades de cierta consideración a partir de fracciones de la desintegración catalítica. Estos gases (metano y etileno) no tienen ninguna aplicación en la elaboración de productos tales como gasolinas naturales o gas licuado de petróleo, por lo que generalmente se desechan, o se utilizan en parte como combustibles, o como materia prima para una industria petroquímica naciente (fertilizantes) y en gran parte, sobre todo el metano, para reinyectar gas a los pozos de petróleo, cuya conservación es, indudablemente, importante para el país.

Tercero.—Los productos básicos de la industria petroquímica que por su simplicidad pueden obtenerse casi inmediatamente de las fracciones de petróleo y que a su vez, son materias primas o productos intermedios para otras fabricaciones son los siguientes: coque de petróleo, ácido sulfhídrico, metano, etano, propano, butano, etileno, propileno, butilenos, acetileno, naftenos, kerosinas. Todos estos productos forman lo que puede llamarse la base fundamental de la industria petroquímica, puesto que de ellos se deriva la gran mayoría de los múltiples productos químicos que pueden ser elaborados en esta rama industrial. Aunque no todos ellos tienen actualmente demanda suficiente para ser manufacturados en la República Mexicana se puede afirmar con toda seguridad que tarde o temprano llegarán a alcanzar una importancia primordial dentro de la integración de nuestra industria química.

Cuarto.—Los principales productos petroquímicos comerciales que podrían fabricarse en México a partir del petróleo (y el gas natural) son —como ya se ha dicho— muy numerosos, pero los que tienen más posibilidades de ser introducidos en el mercado nacional, en una escala más o menos

económica, son los siguientes, dado el volumen actual de su mercado interno y las posibilidades de ser exportados: azufre, fertilizantes, bases para detergentes, solventes, composiciones antidetonantes y otros productos (coque de petróleo, formaldehído, tetracloruro de carbono, negro de humo, etanol—materia prima para la elaboración del acetaldehído, ácido acético, anhídrido acético, éter etílico— y estireno).

A continuación trataremos de las dos materias primas fundamentales en las que, según el estudio antes citado, puede fincarse el desarrollo de la industria petroquímica nacional: el **metano**, del que se obtiene la línea del acetileno, y el **etano**, del que se obtiene la línea del etileno. Estos dos elementos, como se recordará, son hidrocarburos ligeros componentes principales del gas natural. Estos son los elementos que integran en su casi totalidad el llamado gas natural típico (gas seco). Pero, además, el llamado "gas húmedo" contiene estos mismos elementos y butano y propano—que son hidrocarburos licuables— y fracciones ligeras de gasolina.

El **propano** y el **butano** son hidrocarburos que, por el momento, tienen un valor intrínseco elevado como materia prima para la industria petroquímica, principalmente porque la mezcla de éstos constituye el gas licuado de petróleo del cual existe en México una gran demanda que no ha podido ser satisfecha totalmente, por lo cual, hasta donde sea posible, no se considera conveniente emplearlos en la fabricación de productos petroquímicos. Además, el isobutano—que forma parte de los butanos—se utiliza en la fabricación de gas-avión. Sin embargo, se considera conveniente emplear algunas cantidades de propano que con el etano (del cual sí se puede contar con abastecimiento mayor) se obtienen productos de oxidación tan necesarios para la industria del país.

Por lo que respecta al propano se le puede obtener puro dentro del mismo proceso de obtención del etano a partir del gas natural; se le puede usar directamente con la industria petroquímica, o bien se le mezcla con butano, como ya se dijo, para la fabricación de gas licuado. Debido a esta última circunstancia puede afirmarse que el propano no será utilizado ilimitadamente en la industria petroquímica y su oferta deberá estudiarse con ciertas reservas para determinar económicamente has-

ta qué punto es conveniente retirar algunas cantidades del mercado de gas licuado para emplearlas en la industria química, tomando en cuenta también la posibilidad de emplear aquellas materias primas de las cuales existe todavía un desperdicio apreciable.

**Metano.** El gas natural es la fuente más importante de este hidrocarburo en forma concentrada; los gases de refinería lo contienen, pero diluido con otros hidrocarburos. Actualmente sus principales aplicaciones son como combustible y para la reinyección a pozos petroleros. A este hidrocarburo desgraciadamente no se le ha dado una mayor utilización para fines de mayor rendimiento económico, dándose el caso de que a la fecha se desperdician grandes cantidades de gas natural.

El metano es un compuesto del cual se derivan una serie de productos que ya tienen una gran importancia para el país y se cuenta con cantidades tan abundantes que es posible sostener una industria ya desarrollada que se base en él para su integración. Dentro de la industria petroquímica sus principales aplicaciones son para producir gas de síntesis, acetileno, freón, resinas plásticas, cloroformo, tetracloruro de carbono, negro de humo, amoníaco y otros de menor importancia.

El **gas de síntesis** (mezcla de hidrógeno y monóxido de carbono) es el producto más importante que se puede obtener del metano. Parece ser que en nuestro país, durante muchos años, seguirá siendo conveniente utilizar la mayor parte del metano en la elaboración del gas de síntesis, del cual se obtienen, a su vez, el hidrógeno, el dióxido de carbono para hielo seco, el metanol, el amoníaco y la urea entre los más importantes. La importancia del gas de síntesis radica fundamentalmente en que interviene en la fabricación de fertilizantes nitrogenados que tienen una gran demanda en el país. En algunas regiones estos fertilizantes pueden obtenerse a partir de residuos pesados de petróleo (en el caso de que no exista gas).

**Amoníaco.** Este producto se obtiene dentro del proceso de fabricación de gas de síntesis y se utiliza en la preparación de fertilizantes nitrogenados (como por ejemplo el amoníaco anhídrido, la urea, el nitrato de amonio, el sulfato de amonio) y varias combinaciones de ellos, o mezclas de ellos, con fertilizantes

fosfatados y potásicos que proporcionan a los vegetales una alimentación completa. También se utiliza el amoníaco como refrigerante, para fines industriales y como fertilizante directo.

**Negro de humo.** Se obtiene a partir de la combustión parcial del metano y se emplea extensivamente en la preparación de hule con el fin de impartirle mayor tenacidad y elasticidad una vez vulcanizado. También se utiliza como pigmento para tintas y pinturas. Sintéticamente se producen varias clases de hule mediante la combinación de tres sustancias petroquímicas: el estireno, el butadieno y el negro de humo, que se estima, existe para este último, un mercado doméstico, con posibilidades de exportarse a Latinoamérica donde a la fecha no se produce.

**Solventes.** De los diversos solventes industriales que tienen relación más cercana con la producción de gas natural son de mencionarse aquellos que se derivan del propileno, hidrocarburo que se obtiene de los gases provenientes de la desintegración catalítica del petróleo. Una alternativa de este proceso es la deshidrogenación del propano usando catalizador del tipo óxido crómico-alúmina. También se obtienen solventes industriales de la oxidación de mezclas de propano y butano por medio de aire.

**Tetracloruro de carbono.** Se obtiene por cloración directa de metano. El mercado de este producto es susceptible de aumentar notablemente en el futuro, ya que tiene aplicaciones como intermediario para síntesis químicas, como desengrasador, agente extractor de aceites, disolventes y para la extinción de incendios.

**Etano.** Como en el caso del metano el etano también se obtiene del gas natural como materia prima principal. Se le encuentra mezclado con el propano y tal mezcla, aún sin desulfurizar, es susceptible de utilizarse como materia prima para la fabricación de etileno y una serie de productos derivados de éste. Una vez desulfurizada la mezcla, se separan el etano y el propano.

**Etileno.** Los principales derivados del etano pertenecen más bien a la línea del etileno y ocupan una lista muy extensa. Los más importantes derivados son: metanol, formaldehído, acetaldehído, estireno, cloruro de vinilo, alcohol, ácido acético, acetona, metiletilcetona. Estos materiales se obtienen con la intervención del propano.

El etileno se puede producir comercialmente utilizando varios procesos, entre los cuales se puede elegir el más adecuado, de acuerdo con la situación existente en la industria petrolera. En relación con el aprovechamiento del gas natural como fuente de elaboración del etileno, el etano y el propano son materiales que pueden emplearse con ciertas ventajas en su elaboración, pero el constante aumento de la demanda de propano (como ya se ha dicho) para la fabricación de gas licuado limita su empleo para este fin. Queda pues el etano como materia prima para la fabricación de etileno. Es aconsejable iniciar la producción del etileno en su calidad de subproducto de los procesos de la desintegración térmica y catalítica del petróleo; sólo cuando se haya agotado esta fuente se acudiría a los productos de las plantas de absorción tales como el etano y el propano. "Cuanto mayores cantidades de etileno se puedan aprovechar en la integración de la industria petroquímica mayores beneficios se obtendrán en el país a condición de que las empresas explotadoras de esta línea sean nacionales". Es indispensable crearle un mercado ya que de lo contrario tendría que emplearse este hidrocarburo gaseoso (etileno) como simple combustible en una mínima parte y el resto tendría que ser arrojado necesariamente a la atmósfera.

**Etanol.** El mercado nacional del etanol obtenido petroquímicamente (se produce en grandes cantidades por el método de fermentación de mieles incristalizables) es limitado pero puede encontrarse un nuevo mercado dentro de la misma industria petroquímica ya que es la materia prima para elaborar el acetaldehído, y, consecuentemente, el ácido acético y anhídrido acético; de este último se obtiene el ácido acetilsalicílico. Otro derivado del etanol es el éter etílico, pero su consumo en el país no justifica aún su producción como derivado de la industria petroquímica.

**Estireno.** Esta sustancia es la base de una serie de plásticos y pinturas muy estimados por su aspecto y brillantez. Su producción estaría subordinada al suministro de benceno para manufacturar el etilbenceno del cual deriva.

**Formaldehído.** Se tendría que obtener a partir del metanol proveniente de la oxidación de las mezclas de etano, propano y butanos y como subproducto de la propia oxidación, por el bajo

consumo que esta sustancia registra en el país. Si aumenta el consumo de este producto se podrá obtener a partir de la síntesis directa de hidrógeno y monóxido de carbono.

**Tetraetilo de plomo.** Es uno de los compuestos derivados del etano y es de suma importancia por la gran demanda que tiene como aditivo antidetonante en combustibles de alto octano.

**Azufre.** La mayoría de los petróleos crudos y gases naturales que se procesan en México son de los llamados "amargos", es decir, contienen cantidades variables de azufre que pueden recuperarse económicamente en su gran mayoría. En las plantas de tratamiento de gas natural, se separan en la primera fase el gas sulfhídrico y el gas anhídrido carbónico. Del primero de estos gases se puede recuperar azufre con un grado de pureza mucho mayor que el que se obtiene por el método de Frasch en el Istmo de Tehuantepec y es preferido por la industria especialmente si se ofrece a precio equitativo. Sin embargo, es frecuente que se desperdicien grandes cantidades de este gas dado que existe gran oferta de azufre proveniente de los domos salinos del Istmo de Tehuantepec. Las cantidades de gas sulfhídrico que se procesan se hacen con fines de obtener azufre o dióxido de azufre como materia prima para la manufactura de ácido sulfúrico que se utiliza en la producción de fertilizantes. De cualquier manera el ácido sulfhídrico es uno de los gases que tienen que eliminarse de los gases que se utilizan como combustible, para evitar los problemas de corrosión.

El programa de construcción de plantas petroquímicas se inició en el año de 1959. Anteriormente se habían realizado algunos intentos en escala no muy importante para desarrollar ciertas fases de la industria petroquímica. En 1944 se estableció una planta para recuperar el dióxido de carbono del gas natural por el método de autorrefrigeración. En 1951 comenzó a operar la planta "Guanos y Fertilizantes de México, S. A.", produciendo amoníaco a partir del hidrógeno obtenido del gas natural "dulce" proveniente de la zona de Poza Rica, Ver., por síntesis directa con el nitrógeno del aire. En ese mismo año se comenzó a operar la planta de Pemex que extrae azufre del gas "amargo" de Poza Rica para enviar gas natural "dulce" y azufre a la ciudad de México.

El desarrollo de la industria petroquímica básica no ha podido a la fecha salvar grandes obstáculos que representan la escasez de recursos financieros tanto del país como del exterior. A principios de 1962 se prevenía que la instalación a priori de determinado número de plantas petroquímicas con capacidad sobrada apoyándose solamente en la experiencia obtenida en otros países, tendría cierta justificación si los recursos a invertir fueran propiedad de Pemex. En tal supuesto, se podrían operar las unidades a punto de equilibrio, o hasta con pérdida, mientras se desarrollaban las industrias domésticas (mixtas o privadas) consumidoras de sus materias primas básicas para la elaboración de productos finales y lograba penetrar al mercado internacional.

En el programa a desarrollar se consideraba una inversión del orden de los 1 400 millones de pesos que se destinarían a los siguientes capítulos de fabricación de productos petroquímicos:

Productos	% de la inversión total
Hule sintético	18.8
Fertilizantes	39.4
Detergentes	1.8
Aromáticos y alcoholes	21.5
Plásticos	7.3
Productos diversos	11.2

#### 6.—EL GAS LICUADO DE PETROLEO.

La coexistencia en el mercado nacional del consumo de gas licuado y el gas natural nos está indicando que existe un subconsumo interior de este último y que no estamos aprovechando debidamente este recurso. Además, el gas licuado puede utilizarse más convenientemente en la industria química.

El consumo de gas licuado se inició en 1934 con 30 mil kilogramos que se importaron de los Estados Unidos, habiendo aumentado en 1950 a 46.3 millones de kilogramos, por lo que hace a la importación, que sumada a las ventas interiores de gas licuado realizadas por Pemex nos da un total de 92 millones de kilogramos. Los Cuadros Nos. 47, 48 y 49, nos dan una idea de los desarrollos de los consumos aparentes de gas licuado en el país determinados por las importaciones y las ventas interiores de Pemex. Puede decirse que hasta 1940 todo el gas licuado que se consumía en México era de importación, siendo éste el único renglón de importación de productos del petróleo que no ha sido posible eliminar, pese al aumento de la producción nacional.

Es hasta el año de 1943 cuando el consumo de gas licuado adquirió magnitudes de cierta consideración, habiéndose consumido en dicho año 10.4 millones de kilogramos de importación y 7.3 millones de producción nacional. A partir de dicho año estos consumos se desarrollan a una tasa de incremento muy alta siendo ésta de 26.5% para el período 1943-1950 y de 19.1% para el período 1950-1962. El gas licuado importado se incrementó a razón de una tasa de 23.7% y 17.1% respectivamente en los períodos señalados. Las ventas interiores de gas licuado realizadas por Pemex se han realizado a una tasa de incremento de 21% durante el período comprendido de 1950 a 1962.

El uso de gas licuado adquirió importancia en México debido a varios factores: a) reglamentación sobre defensa forestal, b) conveniencias propias del gas: mayor eficiencia, limpieza y economía en relación con otros tipos de combustibles, c) desarrollo económico del país, d) elevación del nivel de vida de sus habitantes.

El consumo de gas licuado, como hemos visto, se ha incrementado a una tasa muy alta, para suplir las deficiencias en el abastecimiento de gas natural que a estas fechas ya debiera constituir un verdadero servicio público en escala nacional.

El uso del gas licuado y el gas natural ha aumentado muy rápidamente en nuestro país en un corto período de tiempo como consecuencia del desarrollo económico y social logrado en los últimos años. Esto es indudable porque se trata de un consumo, que junto con el de la electricidad, presupone un desarrollo tecnológico propio de un país industrializado que aspira a mejorar las condiciones de vida de su población.

Estos consumos y sus rápidos incrementos han tenido lugar en el transcurso del presente siglo. Por ejemplo, en los mismos Estados Unidos las estadísticas de consumo de gas licuado de petróleo se iniciaron en 1922 y desde entonces se registraron incrementos asombrosos: 0.84 millones de litros en 1922; 607 millones en 1936, y 6 426 millones en 1946. En nuestro país iniciamos el consumo de gas licuado con 0.05 millones de litros en 1934; en 1950 dicho consumo aumentó a 161 millones, y en 1961 alcanzó la cifra de 1 199 millones de litros.

En la actualidad, en escala nacional, el gas natural y el gas licuado son competitivos en su empleo como combustible especialmente para uso doméstico y comercial. Esto se debe a la insuficiencia de las redes de gasoductos para abastecer las grandes demandas potenciales de gas natural que es mucho más barato que el gas licuado. Pero más que nada se debe a la falta de incentivos específicos que permitan a la iniciativa privada establecer redes de distribución en los núcleos de población más importantes capaces de proporcionar un servicio público adecuado de abastecimiento de este combustible para usos domésticos y comerciales. Por otro lado, y también en escala nacional, el gas natural y el gas licuado pueden ser complementarios si el primero se generaliza como servicio público y el segundo se concreta a satisfacer las demandas de núcleos de población muy alejados de los gasoductos. Además, el propano y butano pueden emplearse más convenientemente como materias primas en los procesos industriales.

## 7.—GAS NATURAL VS GAS LICUADO.

Por lo que respecta a la situación de competencia que existe actualmente en el país entre el gas natural y el gas licuado (y aún entre otros combustibles derivados del petróleo) en relación con su empleo como combustible para usos domésticos, comerciales y aún industriales, es posible desarrollar las siguientes consideraciones.

El mercado actual de las compañías distribuidoras de gas licuado privadas no resentirían ninguna competencia con el establecimiento del servicio público del gas natural por tubería. La liberación de estos consumos realizados por ejemplo en la ciudad de México, podrían ser utilizados a otros fines o trasladarse a otros mercados.

La distribución de gas para uso doméstico, que se realiza actualmente en el Distrito Federal, o sea utilizando gas licuado envasado en tanques, es anticuada, cara y mala; es una distribución propia para el campo, apenas para pequeños poblados, jamás para una ciudad y, con menor razón, para la capital de la República.

Las ciudades fronterizas de Baja California han venido abasteciéndose de gas licuado importado de las compañías norteamericanas las que no han instalado tuberías por no verse en la necesidad de sujetarse a las reglamentaciones mexicanas acordadas para este servicio público.

Son pocas las ciudades de México que cuentan con un verdadero servicio público para abastecer a los hogares de un combustible adecuado, a precios que estén al alcance de las familias con bajos ingresos. El desarrollo de una industria de servicio público de esta naturaleza es de una gran importancia y valor económicos. Por modesto que se suponga el gasto diario de combustible por hogar, siempre se representará, en promedio, una cantidad mensual superior en términos generales a la correspondiente del servicio eléctrico.

Está hecha la primera instalación en el Distrito Federal; se trata de la Colonia Petrolera de los Pastores ubicada cerca de Ciudad Satélite, donde este servicio habrá de proporcionarse directamente a las casas. Además, también se distribuirá gas natural, al enorme conjunto de habitaciones populares que pronto quedará terminado en Nonoalco.

Ya hay proyectos definidos como los de Chihuahua, Torreón, Puebla y otros que al ponerse en práctica habrán de modernizar aún más nuestro sistema de vida. Por su parte, la Secretaría de Industria y Comercio está promoviendo la creación de una empresa para introducir el servicio en la ciudad de México por sectores urbanos.

Petróleos Mexicanos está en espera (Mzo. 1962) de que la iniciativa privada se aproveche de la extensa red de gasoductos, no sólo para el consumo industrial sino también para el uso doméstico, y las autoridades respectivas afirman estar concediendo amplias facilidades a los inversionistas particulares para que se encarguen de instalar los servicios y sistemas de distribución ne-

cesarios en cada comunidad. Por su parte, los hombres de negocios agrupados bajo la "Asociación Mexicana de Gas Natural" reconocen que hay alrededor de 2 600 kilómetros de gasoductos cargados que se están desaprovechando "por una inexplicable razón: la Secretaría de Industria y Comercio no ha autorizado las tarifas respectivas para servir a más de cuarenta ciudades".

Entre las facilidades que se otorgan a la iniciativa privada se encuentra la de que se podrá disponer de plazos largos para la amortización de los capitales que se inviertan.

Podrán participar entre otras, las empresas que ahora cubren la distribución de gas licuado por medio de camiones tanque.

## 8.—VALOR DEL SERVICIO DE LA DISTRIBUCION DE GAS NATURAL.

Para los efectos de la contabilidad nacional del valor de la producción de bienes y servicios en México, el servicio de la distribución del gas natural presenta algunas características que conviene dejar enunciadas: 1) Existen los consumos de gas natural realizados en las operaciones de la industria del petróleo y gas natural; 2) existen los consumos de las ciudades fronterizas que son abastecidos con gas natural importado exclusivamente; 3) existen los consumos de los grandes industriales que son abastecidos por empresas privadas, como por ejemplo tres empresas de Monterrey: "Gas Industrial de Monterrey, S. A.", "Compañía Mexicana de Gas, S. A." y "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A." (antes "Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza Motriz de Monterrey, S. A."); existen los consumos que, a lo menos por lo que respecta a Monterrey, son susceptibles de clasificarse como un servicio público típico, servicio éste del cual se puede contar con datos correspondientes a la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A." y la que, desde 1962 es filial de la Comisión Federal de Electricidad una vez adquirida por el Gobierno; 5) existen los consumos de los grandes industriales abastecidos directamente por Pemex; y finalmente, 6) existen las pérdidas inevitables en la distribución de gas natural que, por ejemplo en el caso de la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A." representaron en 1962 el 19%.

Una parte del gas natural adquirido por la empresa de "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A.", la consume ella misma en la generación de energía eléctrica y el resto lo distribuye como servicio público en la ciudad de Monterrey. Los volúmenes de gas distribuidos directamente por Pemex a los grandes consumidores industriales constituyen un servicio de distribución cuyo valor está incluido en la contabilidad de las operaciones totales de Pemex y no hay manera de separar el valor de dicho servicio. Algo semejante ocurre con los consumos de gas natural realizados en las operaciones de la industria petrolera.

Los demás volúmenes de gas consumidos sí son susceptibles de cuantificarse para efectos de determinar el valor del servicio de distribución de gas natural como una actividad independiente. En estas estimaciones no hay manera de desglosar el consumo de gas natural en doméstico, comercial e industrial, excepción hecha de una parte de los consumos de Monterrey, o sean, los volúmenes de gas manejados por la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A."

Debido a que Pemex no contaba por el año de 1950 con una extensa red de gasoductos, podemos suponer que todo el servicio de distribución de gas natural constituía una actividad independiente y la cual debió tomarse en cuenta para la estimación de la producción nacional de bienes y servicios. Como dejamos asentado en uno de los capítulos anteriores, esta actividad no fué captada por el Censo Industrial ni el Comercial que se levantó en dicho año. El valor de dicho servicio pudo haber sido del orden de 45 millones de pesos suponiendo que el consumo de aquel año que se cifró en 757 millones de m<sup>3</sup> se realizó a un precio promedio de 6 centavos el metro cúbico. Para años recientes no es posible conocer el valor de la producción de este servicio por desconocer los volúmenes de gas natural que maneja directamente Petróleos Mexicanos.

De los 45 millones de pesos, valor del servicio de distribución de gas natural en 1950, lo único que se sumaría al valor del producto nacional bruto serían los diferentes renglones de valor agregado.

**CUADRO No. 47**  
**IMPORTACIONES DE GAS LICUADO**

Años	Cantidad Millones de Lts.	Cantidad Millones de Kg.	Valor Millones de pesos	Precio Medio por Kg.
1934	0.05	0.03	0.01	0.26667
1935	0.16	0.09	0.01	0.14444
1936	0.30	0.17	0.03	0.14706
1937	0.62	0.35	0.08	0.22857
1938	0.97	0.55	0.10	0.18000
1939	1.55	0.88	0.13	0.15000
1940	3.76	2.12	0.24	0.11415
1941	7.56	4.27	0.64	0.14895
1942	10.65	6.02	0.59	0.09901
1943	18.46	10.43	0.91	0.08725
1944	23.27	13.15	1.42	0.10722
1945	33.72	19.05	2.10	0.11024
1946	51.13	28.89	3.90	0.13499
1947	51.72	29.22	5.20	0.16778
1948	50.36	28.45	5.90	0.20703
1949	50.62	28.60	7.30	0.25524
1950	81.95	46.30	10.40	0.22678
1951	108.93	61.54	14.85	0.24131
1952	140.41	79.33	20.68	0.26068
1953	170.84	96.52	27.73	0.28730
1954	250.50	141.53	47.99	0.33908
1955	315.65	178.34	63.45	0.35578
1956	291.46	164.67	68.35	0.39078
1957	311.22	175.84	67.25	0.38245
1958	318.48	179.94	63.18	0.35112
1959	258.60	146.11	60.32	0.41284
1960	358.27	202.42	84.07	0.41532
1961	442.50	250.01	98.44	0.39374
1962	539.50	304.82	123.00	0.40352

FUENTE: Dirección General de Estadística, Anuarios de Comercio Exterior.

NOTA: Las importaciones se registran en litros. Se hizo la conversión a kilogramos (1 Lt. = 0.565 Kg.) en virtud de que unas ventas interiores de Pemex se registran en litros y otras en kilogramos.

## Cuadro No. 48

## VENTAS INTERIORES DE GAS LICUADO

AÑOS	GAS PEMEX LITROS			GAS PEMEX KILOS			TOTAL KILOS	
	CANTIDAD EN MILLONES	VALOR EN MILLONES PESOS	PRECIO MEDIO	CANTIDAD EN MILLONES	VALOR EN MILLONES PESOS	PRECIO MEDIO	CANTIDAD	VALOR
1949	56	10	0.1745	12	6	0.5028	44	16
1950	58	11	0.1860	13	7	0.5039	46	18
1951	77	15	0.1912	15	8	0.5050	58	23
1952	90	18	0.1951	17	8	0.5006	68	26
1953	112	22	0.1982	18	9	0.4932	81	31
1954	103	21	0.2048	20	10	0.4845	78	31
1955	137	26	0.1906	22	10	0.4775	99	36
1956	222	48	0.2153	24	12	0.5245	149	60
1957	289	68	0.2367	24	13	0.5565	187	81
1958	412	99	0.2413	26	14	0.5424	259	113
1959	550	133	0.2411	25	18	0.7108	336	151
1960	346	86	0.2472	175	88	0.5027	370	174
1961	182	48	0.2626	325	158	0.4858	428	206
1962	178	47	0.2636	350	169	0.4835	451	216

NOTA: La conversión de litros a kilogramos se hizo con la relación  $1 = 0.565 \text{ Kg}$ .

FUENTE: Pemex.

CUADRO No. 49

CONSUMO APARENTE DE GAS LICUADO

Millones de Kgs.

Años	Suma	Importación	Ventas Interiores
1940	5	2	3
1941	9	4	5
1942	13	6	7
1943	17	10	7
1944	22	13	9
1945	33	19	14
1946	49	29	20
1947	56	29	27
1948	67	28	39
1949	73	29	44
1950	92	46	46
1951	120	62	58
1952	147	79	68
1953	178	97	81
1954	220	142	78
1955	277	178	99
1956	314	165	149
1957	363	176	187
1958	439	180	259
1959	482	146	336
1960	572	202	370
1961	678	250	428
1962	756	305	451

FUENTE: Pemex y Dirección General de Estadística.

## CONCLUSIONES

1.—El gas natural se encuentra estrechamente relacionado con la industria del aceite mineral o petróleo. Puede encontrarse asociado con el aceite o sólo en yacimientos que lo contienen exclusivamente. Este hecho imprime características especiales de orden técnico al aprovechamiento del gas en las distintas regiones petrolíferas del mundo.

2.—Se puede hablar de una industria del gas natural solamente cuando se han establecido —mediante cuantiosas inversiones— los gasoductos y otras facilidades con el fin de manejar gas natural en forma exclusiva y debe operar dicha industria bajo condiciones de proporcionar un servicio adecuado, regular y continuo. Sólo hasta este momento es cuando se emprenden exploraciones más intensas para localizar fuentes nuevas y suplementarias de gas.

3.—Aunque el gas natural continúa empleándose en su mayor parte como un combustible ha dejado de ser únicamente fuente de calor y energía y se ha convertido en materia prima importante para la industria química.

4.—Los Estados Unidos y Canadá constituyen la región geográfica que ocupa el primer lugar en la industria del petróleo y el gas natural, y es también la parte del mundo en donde nacieron estas industrias aún jóvenes ya que apenas cuentan con poco más de un siglo vida. Estas industrias se han desarrollado con una aceleración no igualada por ninguna otra.

5.—No es posible conocer con exactitud toda la cantidad de gas natural que aflora a la superficie porque (por ejemplo en el caso del gas asociado al petróleo) se pierden grandes cantidades al extraer el petróleo dejándolo difundir en el aire o quemándolo y, como es lógico, no se cuantifican muchas de estas cantidades; por otro lado, tampoco se llevan registros sobre todo el gas que usan en sus operaciones mecánicas las industrias del petróleo y del gas.

6.—Las estadísticas de producción de gas natural de los Estados Unidos cubren desde 1906 solamente la parte que sale al mercado. Sólo a partir de 1935 es cuando aparecen estadísticas con cifras adicionales referentes a las cantidades de gas reinyectadas a los yacimientos, las pérdidas y los desperdicios, y los usos en los campos petroleros, así como el gas reextraído y almacenado en los campos.

7.—El único medio factible de transportar el gas natural típico o sea el gas seco, es mediante gasoductos. Estos representan inversiones fijas cuantiosas y solamente se realizan si se hallan respaldadas por reservas de gas de magnitudes correspondientes. La propiedad y operación de gasoductos troncales implican muchos riesgos y dificultades particularmente si se trata de gasoductos que cubren distancias muy grandes. En las operaciones de los gasoductos generalmente existen amplios márgenes de ganancias.

8.—En Estados Unidos la producción y la recolección de gas natural se halla bajo la reglamentación del Estado. El transporte interestatal del gas se halla controlado por el Gobierno Federal. En ocasiones se acepta el control federal a la producción y recolección del gas natural y se dejan esas funciones a los Estados locales. Al distribuidor, a un extremo del transportador del gas se le considera como servicio público en tanto que al productor al otro extremo se le clasifica como cuasi servicio público y en ocasiones ni esto. A los empresarios de los gasoductos se les clasifica en algo intermedio y se les considera transportistas de un combustible como si se tratara de un sistema ferroviario que transporte carbón mineral. Se estima que hace falta una restructuración de la ley que permita establecer procedimientos que reconozcan que un cuasi servicio público debe estar sometido a tratamientos especiales o diferentes.

9.—Antes de 1938 no existía en nuestro país la industria del gas natural. El inicio en México del empleo del gas natural y de su desenvolvimiento industrial podemos situarlo dentro del período comprendido entre los años de 1947 y 1958. La utilización de este hidrocarburo señala un cambio fundamental en la estructura de la industria petrolera mexicana.

10.—La industrialización de gas natural, en sus aspectos de materia prima y de servicio, no ha encontrado a la fecha una cabal expresión en nuestras estadísticas censales. Ni el Censo Industrial, ni el Comercial, ni el de Servicios, abarcan con claridad a las actividades relacionadas con la extracción, transformación, transporte y distribución del gas natural.

11.—De acuerdo con las leyes del país, el transporte dentro del territorio nacional de petróleo crudo, de productos y subproductos de refinación, y de gas, por medio de tuberías, se realiza exclusivamente por "Petróleos Mexicanos" y en tuberías de su propiedad, sujetándose en todo caso a las normas, requisitos técnicos, condiciones de seguridad y vigilancia que establecen los Reglamentos especiales vigentes y los que expida el Ejecutivo Federal, con la intervención de las Secretarías de Estado competentes.

12.—Asimismo, "Petróleos Mexicanos" puede llevar a cabo la distribución de productos de su propiedad hasta el momento y lugar en que efectúa la venta de primera mano, directamente o mediante contratistas.

13.—La distribución de gas por red de tuberías dentro de poblaciones, podrá ser efectuada por "Petróleos Mexicanos" directamente o por contratistas.

14.—No existe a la fecha una ley específica que reglamente las actividades del gas natural en su categoría de servicio público, o sea el suministro de este combustible por tuberías a los más importantes núcleos de población, para usos domésticos, comerciales e industriales.

15.—En sus aspectos más generales, el servicio de distribución de gas natural se rige por la "Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo de Petróleos", el "Reglamento de la Ley Orgánica de la Comisión de Tarifas de Electricidad y Gas", y el "Reglamento de la Distribución de Gas Licuado".

16.—Nuestro país cuenta con enormes recursos de gas natural que en breve le permitirán abastecer con toda amplitud el mercado nacional, para lo cual se han construido importantes gasoductos troncales y se activan los trabajos de aquellos otros que son necesarios para la integración de una red nacional de abastecimientos en escala nacional. Esta tarea se facilita por el hecho de que la industria petrolera está unificada en una sola empresa.

17.—Existen actualmente en México dos importantes áreas productoras de gas; una de ellas lo constituye el Distrito de Reynosa y la otra el de Macuzpana.

18.—El concepto de reservas probadas es muy relativo. Estas se refieren no al total de los volúmenes de petróleo y gas localizados en los yacimientos por medio de los pozos de explotación y desarrollo, sino solamente a la parte que, de acuerdo con la técnica actual de explotación, se estima que podrá extraerse de los yacimientos en el transcurso de los años. Es decir, la cuantificación de las reservas probadas no es un dato definitivo; el progreso de la técnica hace posible ampliar cada vez más el porcentaje de petróleo y gas que puede extraerse del volumen original estimado. Las reservas probadas no son el límite máximo, sino la garantía mínima.

19.—Por otro lado, existe la firme convicción de que nuestras reservas de hidrocarburos (petróleo y gas natural) como las de cualquier otro país, son limitadas y que, por lo tanto deberán darse los pasos necesarios para desarrollar las demás fuentes de energía, ya que los hidrocarburos no podrán ser substituídos en forma eficiente por otras fuentes de energía, es decir, aquellas más ampliamente conocidas y en servicio actual, sin mencionar la utilización de la energía nuclear que aún sigue en vías de experimentación.

20.—Las reservas de gas en México aumentan a un ritmo mayor que las correspondientes de petróleo.

21.—A partir de la nacionalización de la industria petrolera se ha procurado explotar los yacimientos de aceite y gas con base en la más estricta técnica de conservación, es decir, evitando técnicas de explotación deficientes dado que las finalidades de la industria petrolera ya no son de lucro inmediato y de agotamiento rápido de las reservas. Gracias a la integración que caracteriza a la industria petrolera mexicana, la planeación del aprovechamiento de las reservas se realiza en forma unitaria, en escala nacional y de acuerdo con los mercados que deben satisfacerse.

22.—El aprovechamiento del gas natural es más retardado que el del petróleo crudo. Existe la tendencia a un uso muy lento de la reserva; es decir, normalmente el problema no es de

producción sino de mercados accesibles. Las grandes reservas de gas natural descubiertas se tornan útiles al país, se hacen disponibles al servicio del país, mediante plantas de tratamiento cuyo eje central lo constituyen las plantas de absorción. Cuando no existe mercado para el gas natural producido en determinada zona, o no existen facilidades para llegar a determinados mercados, el primer paso es reinyectarlo al mismo yacimiento en espera de la creación del mercado. Es frecuente que muchos pozos de gas natural deban permanecer cerrados debido a esta circunstancia.

23.—El gas que se explota en mayores cantidades en México corresponde al gas húmedo (de pozos de gas y de pozos de petróleo), es decir, gas que trae consigo hidrocarburos licuables, elementos éstos que tienen valor por sí mismos y se producen y emplean independientemente. Los factores de costos del gas natural asociado con el petróleo pueden que estén ya incluidos en el costo del petróleo crudo; en cambio, pueden ser diferentes los elementos de costos en el caso del gas natural extraído de pozos de gas que lo contienen en forma exclusiva. En México, el costo de gas natural a boca de pozo es un factor enteramente desconocido. En nuestro país no hay manera de asignarle un valor al gas extraído del subsuelo. Estadísticamente, siempre ha sido un problema la determinación del valor de la producción de petróleo y gas natural así como de sus diferentes insumos dado que todas las fases de la industria están controladas por una sola empresa que lleva una sola contabilidad para todas sus operaciones, por lo cual es casi imposible conocer, en ciertos casos, qué parte de los gastos o de los ingresos corresponde a cada una de las fases productivas. Otra situación muy diferente se presenta en el caso de la determinación de los valores de las actividades desarrolladas por las empresas dedicadas al suministro del gas natural, en el nivel de servicio.

24.—El transporte del gas natural desde los pozos en que se produce o extrae, hasta el punto de recolección y de ahí a los puntos de utilización, pasando por una planta de absorción si el contenido de líquidos del gas lo amerita, sólo puede hacerse, como ya se dijo, por gasoductos. En un principio, el transporte del gas tiene que basarse en el consumo para combustible industrial y no doméstico. La distribución del gas para usos domésticos y comerciales es una desviación inevitable de la distribu-

ción de combustible para las industrias. Dicha etapa se desarrolla posteriormente cuando ya se dispone del gas en los linderos de la ciudad y cuando se han podido apreciar de cerca los problemas de construcción de las tuberías adicionales, las tarifas, la urbanización, etc. Puede decirse que en nuestro país no se ha rebasado la etapa de la distribución del gas natural para combustible industrial. Es más, puede afirmarse que resta mucho por hacerse en relación con nuevas redes troncales de gasoductos para hacer llegar el gas natural a muchos centros industriales.

25.—El consumo de gas natural data del año de 1926. Hasta antes de 1950 este consumo se localizó en su totalidad en el norte del país, ocupando un lugar preponderante la ciudad de Monterrey.

26.—Solamente a partir de 1934 se cuenta con cifras que permiten la integración de series estadísticas sobre el consumo de gas natural en nuestro país.

27.—Sin considerar el consumo de gas natural hecho por la industria petrolera en sus propias operaciones, el consumo de gas natural en la República Mexicana hasta 1950 estuvo regido exclusivamente por la importación, exceptuando pequeñas cantidades que vendió Pemex en 1949 y 1950, las que, sin embargo, representaron el 23% del consumo total. El mercado en aquellos años se hallaba limitado a la ciudad de Monterrey y las ciudades fronterizas: Ciudad Juárez, Nuevo Laredo, Naco y Piedras Negras.

28.—Por la aduana de Nuevo Laredo entra el gas natural que se destina a la zona carbonífera de Coahuila. Las importaciones realizadas por las aduanas de Naco y Piedras Negras, se destinan a usos industriales (Cananea y La Consolidada, principalmente).

29.—Aparte de Monterrey, las únicas ciudades fronterizas que han contado desde hace tiempo con servicio doméstico, comercial e industrial de gas natural son Nuevo Laredo, Ciudad Juárez y Piedras Negras.

30.—La distribución de primera mano de estos volúmenes de gas por lo que respecta a la ciudad de Monterrey era realizada por la "Compañía Mexicana de Gas, S. A.". El servicio

público ha estado a cargo, desde hace tiempo, de la "Compañía de Tranvías, Luz y Fuerza Motriz de Monterrey, S. A.", que actualmente se conoce con el nombre de "Electricidad y Gas de Monterrey, S. A."

31.—De 1950 a 1962 cambia la estructura del mercado de gas natural siendo más notable el cambio a partir de 1955. Los consumos de este período pueden subdividirse en tres etapas: la primera, de 1950 a 1955, la segunda de 1955 a 1960 y la tercera, de 1960 a 1962. En la primera etapa el consumo estuvo dominado todavía por el mercado de la zona norte, aunque aparece ya un mercado incipiente en la zona centro con la operación en 1951 del gasoducto Poza Rica-México. Es en la tercera etapa cuando se aprecia ya un rápido incremento en el aprovechamiento del gas natural, significándose claramente los consumos de las tres zonas del país abastecidas por las redes de gasoductos troncales actualmente en operación. Los consumos de la zona norte están representados por Monterrey, otras zonas del norte y las ciudades fronterizas, que representan respectivamente el 53, 12 y 8% del consumo promedio total. El consumo de la zona centro presenta la característica de un rápido incremento a partir de 1961 determinado por la construcción del gasoducto Ciudad Pemex-México-Salamanca.

32.—Podemos considerar el año de 1962 como punto de partida para el análisis del mercado actual del gas natural. De dicho consumo, que fué de 3 875 millones de metros cúbicos, la zona norte del país absorbió el 65%, la zona centro el 31% y el restante 4% la zona sur. De estos consumos, la producción del país abasteció el 92% y solamente el 8% la importación.

33.—La mayor parte del gas natural se emplea en usos industriales y sólo pequeñas cantidades de dichos volúmenes se destinan a usos domésticos y comerciales. El gobierno está realizando esfuerzos para interesar a la iniciativa privada a fin de que se haga cargo de la distribución de gas natural como servicio público y es probable que esta tarea la realicen los mismos distribuidores de gas licuado, tomando en cuenta que este gas es susceptible de trasladarse a otras plazas del país que por mucho tiempo carecerán del servicio de distribución de gas natural por tubería.

34.—Sin embargo, consideramos que este proceso será muy lento, si nos atenemos a los proyectos que a este respecto tienen las distintas firmas comerciales agrupadas dentro de la "Asociación Mexicana de Gas Natural". Su proyecto está programado a realizarse en cinco años a partir de 1963, y el estimativo de redes de distribución alcanza un total de 3 541 kilómetros, de los cuales se piensa desarrollar en forma total durante el quinquenio la suma de 1 711 kilómetros, se desarrollarán parcialmente la cifra de 693 kilómetros, quedando fuera del programa, por el momento, un total de 1 038 kilómetros. Además, este programa se planeó con base en las demandas posibles de gas natural para uso doméstico, considerándose que dichos consumos podrán aumentar por las demandas de gas natural para uso comercial e industrial.

35.—La distribución de gas natural que realiza Pemex directamente a las industrias, la efectúa siempre y cuando su localización con respecto a sus gasoductos o redes de distribución permita atenderlas en forma costeable y conveniente. Se consumen ya importantes volúmenes de gas natural en la generación de energía eléctrica.

36.—En comparación con los precios del gas natural en Estados Unidos los correspondientes de México son bajos, aún considerando los lugares más distantes y los consumos domésticos como los que se realizan en Monterrey. Como es lógico, ello se debe a que la mayoría de las transacciones de compra-venta de este combustible se realizan al nivel de mayoreo, como resultado de que los grandes volúmenes de ventas se realizan directamente a industrias y para la generación de energía eléctrica. Las reventas de gas natural y la distribución de éste en el nivel de servicio público todavía no alcanzan cifras considerables.

37.—Las exportaciones de gas natural se iniciaron prácticamente en 1957 y se regularizaron a partir de 1958, situándose en un volumen promedio de 1 464 millones de metros cúbicos. Desde entonces el valor medio unitario de estas exportaciones se conserva en 6 centavos el metro cúbico, por lo que puede afirmarse que nuestro país no tiene posibilidades inmediatas de aumentar sus reservas de divisas por este renglón, a no ser aumentado considerablemente el volumen de las exportaciones de gas natural, lo cual puede resultar un tanto inconveniente si consideramos la gran demanda potencial que existe para este combustible en el mercado nacional.

Por ejemplo, dadas las posibilidades de producción de gas natural de la zona nor'e, así como la capacidad de la planta de absorción existente en aquella zona, no hay necesidad de aumentar los actuales volúmenes de exportación, ni la de celebrar nuevos contratos que nos obliguen a distraer el gas natural que demandará las diferentes localidades de la zona que actualmente están servidas.

38.—Consideramos, por otro lado, que hasta 1961 si se permitió la conveniencia de realizar exportaciones de gas natural de la zona noreste para dar salida a una parte de los excedentes disponibles, puesto que no se habían ampliado las redes de gasoductos para abastecer los nacientes mercados del norte.

39.—Por otro lado, si bien es cierto que en 1962 exportamos gas natural por valor de 98 millones de pesos (alrededor de 8 millones de dólares) también es cierto que importamos gas natural por valor de 25 millones para las ciudades fronterizas, más 1.3 millones por concepto de importaciones de gas licuado.

40.—Los altos consumos para servicio doméstico y comercial que estimamos para 1970 son susceptibles de realizarse si se continúa con firmeza los proyectos que actualmente tienen en manos las diversas empresas agrupadas en la "Asociación Mexicana de Gas Natural". Si la iniciativa privada no acepta esta responsabilidad en un plazo perentorio corre el riesgo de que sea un organismo descentralizado el que se eche a cuesta esta tarea por la necesidad inaplazable de que este recurso natural se traduzca en beneficios económicos para un mayor número de habitantes. El volumen de gas natural manejado como servicio público en Monterrey y en las ciudades fronterizas beneficia aproximadamente al 1% de la población total estimada en 1962. De realizarse el volumen de consumo doméstico proyectado para 1970, en las 30 ciudades seleccionadas, resultarían beneficiados 4.5 millones de habitantes que representarían aproximadamente el 10% del total de habitantes estimado para 1970; es decir, que el aprovechamiento del gas natural en beneficio de la población mexicana se encontraría todavía en niveles bajos.

41.—Frente al incremento que tendrá la demanda de hidrocarburos resulta conveniente satisfacer con gas natural una proporción mayor del consumo, por dos razones principalmente: a) por el volumen de las reservas probadas de gas en proporción al que actualmente se produce y utiliza, y b) por la necesidad de que el gas cuente con mayores mercados a fin de continuar

el desarrollo de las zonas productoras ya descubiertas. Además, en la zona central de la República el aumento general de producción de refinados ligeros y medios, determinado por las ampliaciones a las capacidades de producción de las refinerías de Atzacotalco y Salamanca, ha dado lugar a una mayor demanda de combustible con lo que se ha planteado la escasez de combustible industrial en el Distrito Federal y sus alrededores y en el Bajío. La solución a este problema consistirá en sustituir combustible por gas natural.

42.—México cuenta en la actualidad con cuatro fuentes principales de energía: la fuerza hidráulica, el carbón mineral, los derivados ligeros del petróleo, y el gas natural. Se considera que, por lo que se refiere a las reservas de estos energéticos el carbón representa el 60% del total, la energía hidráulica el 36.5%, y las reservas de hidrocarburos, petróleo y gas, sólo el 3.5%. Sin embargo, por lo que respecta al total de energía consumida, proveniente del aprovechamiento efectivo de los recursos antes mencionados, se observa que los requerimientos de energía en México se satisfacen principalmente con petróleo y gas; con carbón mineral en mucho menor escala y el resto con energía proveniente de fuentes hidráulicas. Se duda que la energía nuclear contribuya en gran cosa a la satisfacción de nuestras necesidades futuras de energía, por su elevado costo y por el gran adelanto tecnológico y alto nivel de desarrollo económico que condicionan su utilización.

43.—En un estudio de nuestros requerimientos totales de energía se encontró que el petróleo y sus derivados ligeros proporcionaban en 1930 el 65%, en 1940 el 70%, en 1945 el 85% y en la actualidad poco más del 90%. Como es lógico en los aumentos de estos porcentajes influye decisivamente la aportación del gas natural. Se completa el cuadro presente con 5.5% de carbón y 2.5% de fluido eléctrico. La producción de energía termoeléctrica depende en 75% del petróleo y del gas, y la industria de transformación casi no utiliza otros combustibles que petróleo y gas.

44.—Debido a consideraciones de eficiencia técnica y a factores de costos de producción se considera muy pequeña la aportación que en el futuro puedan hacer las fuentes de energía hidráulica y las minas de carbón a nuestras necesidades energéticas, máxime si continúan cubriendo únicamente el porcentaje que históricamente han cubierto durante, digamos, los últimos 25 años, que ha sido aproximadamente de 14%, lo cual es muy posible.

45.—El gas natural reúne muchas características para conquistar la preferencia de los consumidores residenciales o industriales. Este combustible se ha convertido en un serio competidor del combustóleo y también, con gran margen a su favor, del gas licuado de petróleo (G.L.P.). Además, con el incremento de la demanda de gas natural puede llegar a desplazarse ciertos derivados de petróleo que anteriormente eran utilizados para usos domésticos. La generalización del empleo del gas natural puede llegar a constituir un nuevo factor de competencia entre las distintas fuentes de energía (y de calor), y que podrá compensar, en ciertos casos, las ventajas que de otra forma se abonarían a la energía hidroeléctrica como resultado de los aumentos de los precios del carbón y del petróleo. El gas natural puede llegar a competir con la electricidad y el petróleo en lo que respecta a la calefacción de edificios, a los sistemas de calentamiento de agua y acondicionamiento de aire de los grandes edificios modernos.

46.—En nuestro país, el aprovechamiento del gas natural como materia prima se halla todavía en sus comienzos. Sin embargo, desde 1958 se han establecido las bases legales y técnicas para hacer posible su más amplia utilización futura en este campo. Tal es el caso de los esfuerzos que se están realizando en el país para desarrollar una verdadera industria petroquímica. Por otro lado, conviene señalar que las inversiones de las industrias de la petroquímica son muy cuantiosas, y que, para obtener un óptimo rendimiento es necesario crear grandes empresas integradas vertical y horizontalmente de modo de consumir la materia prima íntegramente. Además, debe disponerse de amplios mercados para los diversos productos petroquímicos.

47.—El programa de inversiones desarrollado por Petróleos Mexicanos en los últimos años ha permitido a la industria petrolera nacional llegar a un grado tal de evolución que ha sido posible al fin abrir la era petroquímica del país. Existe abundantemente materia prima para manufacturar productos de la petroquímica sin comprometer el suministro de combustible para una demanda siempre creciente; además, es bien sabido que la industria petroquímica absorbe una pequeña parte de la producción total de hidrocarburos. Los hidrocarburos naturales (petróleo y gas) al ser utilizados por la industria petroquímica, dan un rendimiento económico muy elevado. Con poco se produce mucho y de muy alto valor aunque, repetimos, se requiere de grandes inversiones en los vastos complejos industriales de esta rama. El desarrollo de

la industria petroquímica básica no ha podido a la fecha salvar grandes obstáculos que representan la escasez de recursos financieros tanto del país como del exterior, sin comprometer la independencia económica nacional.

48.—La coexistencia en el mercado nacional del consumo de gas licuado y gas natural nos está indicando que aún no aprovechamos debidamente el gas natural. En la actualidad, y en escala nacional, el gas natural y el gas licuado son competitivos en su empleo como combustible tanto para uso doméstico como comercial e industrial. Esto se debe a la insuficiencia de las redes de gasoductos para abastecer las grandes demandas potenciales de gas natural, que es mucho más barato que el gas licuado. Pero más que nada se debe a la falta de incentivos específicos que permitan a la iniciativa privada establecer redes de distribución en los núcleos de población más importantes capaces de proporcionar un verdadero servicio público. Por otro lado, y también en escala nacional, el gas natural y el gas licuado pueden ser complementarios si el primero se generaliza como servicio público y el segundo se concreta a satisfacer las demandas de núcleos de población muy alejados de los gasoductos actualmente en operación. Además, el propano y butano (gas licuado) pueden emplearse más convenientemente como materias primas en los procesos industriales.

49.—Para los efectos de la determinación del valor del servicio de la distribución del gas natural en México, y como una primera aproximación, dado que se carece de estadísticas censales de este servicio, a los volúmenes de consumo de gas natural, o sea la oferta, constituida por la producción al mercado más las importaciones, (véase Cuadro No. 35), deberán restarse a) usado en los campos petroleros, b) puesto en tratamiento c) las exportaciones y d) las ventas directas realizadas por Pemex a las grandes industrias. El volumen de gas natural resultante constituye lo manejado por empresas distribuidoras de gas. A dicho volumen se le puede asignar un precio promedio que se considere más representativo.

50.—Del valor del servicio de distribución de gas natural que se obtenga, lo único que se sumará al valor del producto nacional bruto serían los diferentes renglones de valor agregado generado en dicho servicio, lo cual nos dejaría de todos modos a mitad del camino, por la falta, ya anotada, de estadísticas referentes a este servicio.

## INDICE DE CUADROS

- Cuadro No. 1.—Composición centesimal y valor calorífico de varios gases combustibles.
- Cuadro No. 2.—Estimación de las reservas probadas de gas natural recuperable en los EE.UU. 1950-51, 1953-54 y 1958-59.
- Cuadro No. 3.—Producción mundial de petróleo crudo por continentes. Años 1860, 1900, 1920 y 1948.
- Cuadro No. 4.—Producción mundial de petróleo crudo por países. Años indicados.
- Cuadro No. 5.—Índice de la producción mundial de petróleo crudo y gas natural. Años 1938 y de 1948 a 1958.
- Cuadro No. 6.—Importancia de la producción de petróleo y gas natural, dentro del índice de producción industrial, en el mundo, por regiones geográficas, 1948 y 1953.
- Cuadro No. 7.—Producción mundial de gas natural, por países. Años 1948 y de 1950 a 1958.
- Cuadro No. 8.—Producción de gas natural en los Estados Unidos, 1947.
- Cuadro No. 9.—Producción de gas natural en los Estados Unidos. Años 1947, 1950, 1954 y 1958.
- Cuadro No. 10.—Estadísticas básicas sobre la industria del gas natural en Estados Unidos. Años 1947, 1950, 1954 y 1958.
- Cuadro No. 11.—Importancia relativa de las fuentes de calor y energía del mundo. Años 1913, 1935 y 1948.
- Cuadro No. 12.—Principales consumidores de gas natural en Estados Unidos, en 1945 y 1946.
- Cuadro No. 13.—Consumo de gas natural en los Estados Unidos, por tipos de consumidores. Años 1945, 1950, 1954 y 1958.
- Cuadro No. 14.—Perforación anual de pozos en México. Años de 1946 a 1961.

- Cuadro No. 15.—Campos descubiertos mediante perforaciones de exploración, en México, de 1938 a 1958.
- Cuadro No. 16.—Reservas probadas de hidrocarburos en México, 1946 y 1958.
- Cuadro No. 17.—Reservas probadas de gas natural húmedo y seco en México. Años 1946 y de 1950 a 1962.
- Cuadro No. 18.—Líquidos recuperables del gas natural en Ciudad Pemex.
- Cuadro No. 19.—Composición del gas natural "seco" a la salida de las plantas de absorción.
- Cuadro No. 20.—Capacidad de las plantas de absorción, en México.
- Cuadro No. 21.—Producción de gas natural por zonas, en México, 1958 a 1961.
- Cuadro No. 22.—Producción de gas natural por zonas y distritos, años de 1932 a 1961.
- Cuadro No. 23.—Producción y distribución de gas natural, húmedo y seco, en México, de 1939 a 1961.
- Cuadro No. 24.—Producción anual y promedio diario de producción de gas natural en la República Mexicana. Años 1932 a 1961.
- Cuadro No. 25.—Gas seco producido en refineries, en México. Años de 1938 a 1961.
- Cuadro No. 26.—Valor promedio del gas natural seco en campos, refineries y disponible para la venta, en México. Años 1956 a 1962.
- Cuadro No. 27.—Gasoductos por zonas productoras en la República Mexicana.
- Cuadro No. 28.—Gasoductos principales que abastecen la República Mexicana y mercados que abastecen.
- Cuadro No. 29.—Volumen de las ventas de gas natural realizadas por la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey", S. A. de 1955 a 1962.
- Cuadro No. 30.—Gas natural consumido en la generación de energía eléctrica, de 1955 a 1962.
- Cuadro No. 31.—Precios medios del gas natural vendido por la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey", S. A. de 1955 a 1962.

- Cuadro No. 32.—Precios medios del gas natural consumido en México, en años que se indican.
- Cuadro No. 33.—Producción y distribución del gas natural de la Zona Norte (Reynosa), años de 1955, 1958 y 1961.
- Cuadro No. 34.—Exportaciones de gas natural, De 1953 a 1962.
- Cuadro No. 35.—Oferta y demanda de gas natural en México, años que se indican.
- Cuadro No. 36.—Proyección de la demanda de gas natural en 1970.
- Cuadro No. 37.—Consumo de gas natural por zonas geográficas, en México. Años de 1934 a 1962.
- Cuadro No. 38.—Importación por aduanas de gas natural en tubería. Años de 1934 a 1947 y de 1950 a 1962.
- Cuadro No. 39.—Consumo de gas natural en Monterrey, N. L., de 1934 a 1962.
- Cuadro No. 40.—Ventas de gas natural en las plazas que se indican, de 1955 a 1962.
- Cuadro No. 41.—Importaciones de gas natural por tubería en la República Mexicana, de 1934 a 1962.
- Cuadro No. 42.—Consumo aparente de gas natural por tubería en la República Mexicana, de 1939 a 1961.
- Cuadro No. 43.—Valor de las ventas de gas natural realizadas por la empresa "Electricidad y Gas de Monterrey", S. A. (antes "Cía. de Tranvías, Luz y Fuerza Motriz de Monterrey", S. A. Años de 1950 a 1962.
- Cuadro No. 44.—Precios medios del gas natural consumido en los lugares y años que se indican.
- Cuadro No. 45.—Precios promedios de ventas de gas natural en las plazas que se indican, de 1955 a 1962.
- Cuadro No. 46.—Proyección de la población mexicana al año de 1970.
- Cuadro No. 47.—Importaciones de gas licuado, 1934 a 1962.
- Cuadro No. 48.—Ventas interiores de gas licuado, 1949 a 1962.
- Cuadro No. 49.—Consumo aparente de gas licuado, 1940 a 1962.

## BIBLIOGRAFIA

Libros y folletos.

**Zimmermann, Erich W.** "Recursos e industrias del mundo". Fondo de Cultura Económica, México, 1957.

**S. V. Ciriacy-Wantrup.** "Conservación de los recursos. Economía Política". Fondo de Cultura Económica, México, 1957.

**Bermúdez, Antonio J.** "Doce años al servicio de la industria petrolera mexicana, 1947-1958". México, 1960.

---

"El petróleo mexicano a 16 años de la expropiación". Problemas Agrícolas e industriales de México, Vol. VI, No. 2, México, 1954.

---

"La industria petrolera mexicana a través de sus 55 años de vida". Dos discursos del Director General de Petróleos Mexicanos, diciembre 1955, México.

---

"La industria petrolera en el régimen de Ruiz Cortines, 1953-1956", México, 1957.

**Noriega, José S.** "Influencia de los hidrocarburos en la industrialización de México". Monografías industriales del Banco de México, S. A., México, 1944.

**Comité Wolverton.** "El petróleo y la economía mexicana". Problemas agrícolas e industriales de México, Vol. VI, No. 4, octubre-diciembre 1954, México.

**Becerril, Oscar.** "Posibilidades de la industria petroquímica en México". Banco de México, S. A., Departamento de investigaciones industriales, México, 1957.

**Powell, Richard J.** "The mexican petroleum industry, 1938-1950". Berkeley, University of California Press, (Publications of Bureau of Business and Economía Research. University of California), 1956.

**Torres Gaytán, Ricardo; Manterola Flores, Miguel; Mújica Montoya, Emilio; y otros.** "Conferencias en conmemoración del XX aniversario de la expropiación petrolera". Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Economía, México, 1958.

**Lobato López, Ernesto.** "El petróleo en la economía". México: 50 años de revolución, I. La Economía. Fondo de Cultura Económica, México, 1960.

**Shurr, S.H. y Marschak, J.** "Aspectos económicos de la energía atómica". Fondo de Cultura Económica, México, 1952.

**Méndez Nápoles, Oscar.** "Producción y distribución de gas licuado de petróleo". Banco de México, S. A., Oficina de investigaciones industriales, México, s.f.

**Cassaigne, Héctor; Lavín, José Domingo; Ortega Mata, Rolfo; y otros.** "Energética (notas y estudios para su planeación) en México". E.D.I.A.P.S.A., México, 1953.

**Crowley, José; Cami, Eli; Soberones, Manuel; y otros.** "Azufre". E.D.I.A.P.S.A., México, 1953.

**2o. Congreso Nacional de la Industria de Transformación.** "Memorias y documentos (carta de los industriales mexicanos de transformación y antecedentes)". E.D.I.A.P.S.A., México, 1953.

**Manterola Flores, Miguel.** "La industria del petróleo en México". Escuela Nacional de Economía, Tesis, México, 1939.

**Alanís Patiño, Emilio.** "La energía en México, investigación económica", México, 1954.

**Silva Hersog Flores, Jesús.** "Consideraciones sobre la industria petrolera y el desarrollo económico de México". Escuela Nacional de Economía, Tesis, México, 1959.

**Vega D., Jorge de la.** "La industria del petróleo en México". Escuela Nacional de Economía, Tesis, México, s.f.

**Shreve, R. Norris.** "Industrias de proceso químico". Traducción del inglés por Ma. Teresa Toral, Editorial Dossat, S. A., Madrid, 1945.

**Lavín, José Domingo.** "Petróleo: pasado, presente y futuro de una industria mexicana". E.D.I.A.P.S.A., 1950.

---

"La industria química nacional". Conferencia. Escuela Nacional de Economía, México, 1945.

---

"Revisión de la industria petrolera mexicana". Sindicato Mexicano de Electricistas, México, 1955.

**Casanova Farrera, Ciro G.** "El costo de extracción en la industria petrolera". México, 1947.

**Baptista, César O.** "El petróleo y el gas natural frente a otras fuentes de energía". Escuela Nacional de Economía, México, s.f.

**Vargas Macdonald, Antonio.** "Hacia una nueva política petrolera". Editorial Promoción, México, 1959.

**The Chase Manhattan Bank.** Petroleum Department. "Future Growth of the world petroleum industry", New York, 1957.

---

"Future growth of the natural gas industry" by Lyon F. Ferry and John C. Winger; presented at an Executive Conference of the American Gas Association, Lake Placid, New York, 1957.

**Martínez Domínguez, Guillermo.** "La electricidad y los combustibles en el desarrollo económico de México". México, 1957.

**Comisión Federal de Electricidad.** "San Jerónimo". Monterrey, N. L., México, 1961.  
Artículos.

**Revista de Comercio Exterior.** "La industria petrolera". Informe especial suplemento al Tomo IV, No. 11, México, noviembre 1954.

---

"Vigésimo aniversario de Pemex", por Antonio J. Bermúdez. Tomo VIII, No. 2, México, febrero 1958.

---

"Exportaciones e importaciones petroleras de México", por César O. Baptista. México, abril 1962.

**Petroleum Refinery.** "Máxima utilización de hidrocarburos partiendo de gas natural como materia prima", por Pew y Dotterweich. Vol. 23, No. 4, 1944.

**Revista Mexicana de la Construcción.** "El gas natural", por F. Xavier Peredo. México, octubre 1962.

**Revista Industrial.** a) "El petróleo en México". b) "Realizaciones de la industria petrolera nacional en el período 1952-1958". c) "La ciudad Pemex en Tabasco". d) "La industria petroquímica en México". Publicaciones Rolland, Vol. XII, No. 389, México, febrero 1959.

**Public Utilities Fortnightly, U.S.A.** "Public utilities now taught by few colleges", by John D. Garwood. September 25, 1958.

---

"Current factors in gas producer rate cases", by Frederick Stueck, Vol. 65, No. 3, February 4, 1960.

---

"Current fallacies in regulation". By Francis X. Welch. Vol. 66, July 7, 1960.

---

"Reform and reorientation of natural gas regulation", by Robert B. Eckles. Vol. 67, No. 11, May 25, 1961.

---

"Sales promotion yardsticks for the gas industry", by William T. Kelley. Vol. 69, No. 1, January 4, 1962.

---

"Who pays for 'sheep' gas?", by Arthur K. Lee. Vol. 69, January 18, 1962.

---

"Why fight it?", by Willard W. Catchell. Vol. 66, No. 10, Nov. 10, 1960.

Estadísticas.

**Naciones Unidas.** Statistical Yearbook.

**Dirección General de Estadística.** Anuarios de Comercio Exterior, Censos de Población, Industriales y de Comercio.

PRODUCCION Y MERCADO DEL GAS NATURAL  
EN MEXICO

I N D I C E

INTRODUCCION.	5
I.—CARACTERISTICAS ECONOMICAS DE LOS RECURSOS NATURALES.	11
1. El hombre y los recursos naturales.	13
2. Clasificación de los recursos y problemas de terminología.	17
3. Necesidad de planeación de la conservación de los recursos.	26
4. Qué se entiende por conservación.	29
5. Influencia de los cambios tecnológicos en el aprovechamiento de los recursos.	30
6. Influencia de los cambios demográficos en el aprovechamiento de los recursos.	34
7. Influencia de los cambios en las instituciones sociales.	38
8. Política de conservación en una economía privada y en una economía social.	41
A) Economía de la conservación.	43
B) Instrumentos de la política de conservación.	45
C) Problemas de la determinación del "estado óptimo de conservación" en una economía privada y en una economía social.	47
9. La política de conservación como instrumento de ajuste de la inestabilidad económica.	51
10. Los recursos naturales en la contabilidad nacional.	55
II.—GENERALIDADES SOBRE EL GAS NATURAL.	57
1. ¿Qué es el gas natural?	59
2. De las reservas.	65
3. De la producción.	71
4. De los gasoductos.	81
5. De los usos del gas natural.	85
6. De la legislación.	91

III.—EXPLOTACION DEL GAS NATURAL EN MEXICO.	101
1. Datos históricos.	103
2. Aspectos legislativos.	111
Refinación.	113
Petroquímica.	"
Transporte, almacenamiento y distribución.	115
3. Reservas de gas natural.	117
4. Producción.	128
Plantas de absorción.	136
Planta de absorción de Poza Rica.	137
Planta de absorción de Reynosa.	138
Planta de absorción de Ciudad Pemex.	139
Zonas productoras.	142
Zona Sur (Tabasco Occidental)	144
Zona Sur (Tabasco Oriental)	"
Zona Noreste.	145
Distrito de Poza Rica.	"
Zona Centro.	146
Estadísticas de producción de gas natural en México.	"
Desperdicio de gas y quemado en la atmósfera.	149
Usado en operación e inyectado a pozos.	150
Gas natural disponible para la venta al país o para su exportación.	152
Costos de producción del gas natural.	"
5. Gasoductos.	156
Gasoductos independientes.	162
Gasoducto Poza Rica-México.	163
Gasoducto Reynosa-Monterrey.	"
Gasoducto Monterrey-Torreón.	164
Gasoducto Ciudad Pemex-Ciudad de México.	"
Gasoducto Torreón-Chihuahua.	165
Red de distribución del Valle de México.	"

Gasoducto Venta de Carpio-Salamanca.	166
Gasoductos en proyecto.	"
Proyecto de gasoducto internacional.	167
Redes de distribución para uso doméstico y comercial.	170
<b>IV.—MERCADO DEL GAS NATURAL.</b>	173
1. Consumo de gas natural antes de 1950.	175
2. Consumo de gas natural después de 1950.	178
3. Localización geográfica de los consumos actuales.	180
4. Consumo industrial, doméstico y comercial.	182
5. Consumo de gas natural en la generación de energía eléctrica.	184
6. Precios del gas natural.	185
7. Importaciones y exportaciones.	194
8. Mercado actual y potencial.	201
<b>V.—INFLUENCIA DEL CONSUMO DEL GAS NATURAL EN EL DESARROLLO ECONOMICO DE MEXICO.</b>	219
1. Fuentes principales de energía en México.	221
2. Diversos tipos de consumidores de energía.	222
3. Aprovechamiento del gas natural en México.	"
4. El uso del gas natural en la industria.	223
5. El uso del gas natural en la industria petroquímica. Propano y butano. Metano. Gas de síntesis. Amoniaco. Negro de humo. Solventes. Tetracloruro de carbono. Etano. Etileno. Etanol. Estireno. Formaldehído. Tetraetileno de plomo. Azufre.	225
6. El gas licuado de petróleo.	234
7. Gas natural vs. gas licuado.	236
8. Valor del servicio de la distribución de gas natural.	238
<b>VI.—CONCLUSIONES.</b>	243
Indice de cuadros.	255
Bibliografía.	259