

435

LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

OLADE

Organización Latinoamericana de Energía
CENTRO DE INFORMACIÓN



ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA

RO

OLADE

62

LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

OLADE

ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA
CENTRO DE INFORMACION



ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA

OLADE

Organización Latinoamericana de Energía
CENTRO DE INFORMACION

INDUSTRIA PETROQUIMICA / AMERICA LATINA /
EL CARIBE / CONSUMO DE ENERGIA /
OLADE

LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

**Estudio preparado por el Dr. Francisco Szekely, Asesor de la OLADE y
Profesor de Salud Pública de la Universidad de Texas, Houston.**

CONTENIDO

Nota preliminar.....	5
	Página
Conclusiones y Recomendaciones.....	7
A. Conclusiones	
B. Recomendaciones	
I. Introducción.....	10
II. La Industria Petroquímica.....	11
A. Evaluación a Nivel Mundial	
B. Evaluación a Nivel Latinoamericano y del Caribe	
III. Producción y Consumo de la Petroquímica en América Latina y el Caribe.....	14
A. Producción de la Petroquímica Básica	
B. Consumo de Petroquímicos Básicos	
IV. La Petroquímica y el Desarrollo Económico en la América Latina y el Caribe.....	19
A. Tecnología y Capital	
B. Empleo, Recursos Humanos	
C. Recursos Materiales	
D. Control en la Industria Petroquímica	
E. Participación Institucional	
V. Petroquímica y Calidad de Vida.....	23
A. Medio Ambiente	
B. Salud	
C. Petroquímica y Necesidades Básicas	
D. Petroquímica, Medio Ambiente y Desarrollo.	

NOTA PRELIMINAR

La incidencia e interacción que la energía tiene con el sector petroquímico, especialmente con la petroquímica básica, hizo que la OLADE investigara la situación general de este importante sector del desarrollo económico de muchos de nuestros países.

En la presente obra encomendada por encargo de la OLADE al doctor Francisco Szekely, Asesor de esta Organización y Profesor - Investigador de la Universidad de Texas se buscó presentar con toda objetividad tanto la situación de la industria petroquímica en la región latinoamericana, como también sus niveles de producción y consumo de petroquímicos básicos.

Desde un punto de vista económico y social, se pretende demostrar los perjuicios y beneficios que el desarrollo de esta industria tiene en nuestros países, especialmente en cuanto a empleo, inversiones, control estatal y dependencia tecnológica se refiere. No se descuida tampoco la interrelación con el medio ambiente y la salud de la población y los impactos que derivados de lo anterior ocurran en el desarrollo regional.

Sin embargo, es preciso indicar que el crecimiento de esta industria, como lo indica el Profesor Szekely, se ubica de manera especial en nuestra región en las dos últimas décadas, muchas veces como sustituto de productos naturales como algodón, lana, pieles, hule naturales, etc., que necesariamente han generado trastornos socioeconómicos en muchos de nuestros países. De ello se deriva la urgente necesidad de definir una política que, sin detener el propio desarrollo del sector petroquímico, lo oriente a la más amplia satisfacción de las necesidades de nuestra población, pero en base de un sano equilibrio entre la dependencia técnica asociada a los procesos petroquímicos secundarios y la economía y empleo de la producción de los productos naturales tradicionales de nuestros pueblos, ya que un sano equilibrio de estos dos factores ayudará realmente a nivelar los sectores socioeconómicos que ahora se ven desplazados con la sustitución e invasión de mercados por productos petroquímicos, aprovechando ausencias u omisiones en las políticas asociadas al uso de estos importantes productos de la vida moderna de nuestros pueblos.

Gustavo Rodríguez Elizarrarás,
SECRETARIO EJECUTIVO DE OLADE

Quito, julio de 1981.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a) Conclusiones

1. La petroquímica es una de las industrias que más han crecido en los últimos 30 años.
2. Los productos de la petroquímica básica se dirigen a un reducido número de consumidores intermedios quienes los procesan nuevamente para abastecer la demanda de grandes mercados de productos petroquímicos finales tales como: plásticos, fertilizantes, fibras sintéticas y otros.
3. La industria petroquímica ha desplazado la utilización de algunos productos naturales como el algodón, guayule, lana y otros.
4. La petroquímica básica crece rápido actualmente en los Estados Unidos y América Latina. La producción de Europa Occidental y Japón ha ido declinando en los últimos años. Los países árabes tienen una industria petroquímica naciente y pretenden producir el 5% de la demanda mundial para el año 2000.
5. En la América Latina y el Caribe, tres países conforman el 85% de la producción de petroquímica básica: México, Brasil y Argentina. Otros países con menor participación en esta producción son: Venezuela, Colombia y Perú.
6. América Latina y el Caribe observan un déficit en su demanda petroquímica interna, pues generan 3.8% de la producción mundial y demandan el 4.7% de la misma. Un alto porcentaje de las plantas petroquímicas existentes han sido financiadas con capital foráneo a la región. Esto ha hecho que América Latina y el Caribe tengan una deuda extranjera muy alta.
7. La América Latina y el Caribe constituyen la región de países dependientes no industrializados (PDNI) con mayor crecimiento en la producción y demanda de la petroquímica básica. Los productos de consumo principales son: etileno, propileno y amoníaco a través de metanol. Entre 1977 y 1980, solamente, la producción de la región en propileno, benceno y etileno ha aumentado en un 284, 275 y 217% respectivamente.
8. La región consume petroquímicos básicos a un ritmo de crecimiento de 15% por año.
9. La tecnología de la industria petroquímica es sofisticada y de tipo capital intensivo. Esto sugiere que los PDNI que promueven esta industria necesitan tener acceso a: capital, "know-how", y personal especializado. La América Latina y el Caribe pagan actualmente grandes sumas por la compra de tecnologías petroquímicas y uso de patentes.
10. La petroquímica ha generado empleo en América Latina y el Caribe setenta por ciento de este empleo es personal calificado y 30% es no calificado. En 1976 la petroquímica empleó 29,500 personas en la región; para finales de 1980 se espera que 19,600 empleos directos y 136,000 indirectos serán generados. Sin embargo, tomando en cuenta el ratio producción/empleo, la industria emplea menos personal a medida que aumenta la producción, pues la producción ha aumentado del 70—80% y el empleo al 20% por año respectivamente.
11. El consumo energético en la industria petroquímica es muy reducido comparado con el de otras operaciones industriales.
12. El Gobierno de México maneja la petroquímica en su totalidad. En Brasil los propietarios de

esta industria incluyen al gobierno y compañías privadas locales y extranjeras; sin embargo, PEQUISA —subsidiaria de PETROBRAS— coordina y desarrolla la política brasileña.

13. La cooperación regional en materia petroquímica hasta ahora se ha hecho en dirección Norte - Sur. Acciones más concretas en cuanto a cooperación intraregional son necesarias.
14. Los procesos petroquímicos generan interacciones ambientales en la disponibilidad de los recursos, la ecología, salud humana y el ámbito socioeconómico. Los impactos que estas interacciones propician —cuantitativa y cualitativamente— deben ser evaluados dentro de un marco de referencia integral.
15. Los productos petroquímicos han desplazado la utilización de muchos productos naturales y con ello un porcentaje de empleo que dependía de esta actividad. Asimismo, los productos petroquímicos han generado un deterioro ambiental mucho mayor que el que generaban ciertos productos naturales. Uno de los resultados de esta situación es un posible deterioro en la salud humana.
16. El preocuparse por la calidad del medio ambiente no significa oponerse al desarrollo industrial —“Desarrollo” y “Medio Ambiente” son dos conceptos complementarios. Es posible desarrollar una industria petroquímica sin deteriorar el medio ambiente. Existe información suficiente para efectuar un desarrollo industrial ambientalmente adecuado.
17. Los productos petroquímicos están ligados a la satisfacción de ciertas necesidades básicas, tales como alimentación, habitación y salud. Sin embargo, sólo un porcentaje de la población de la región se beneficia del consumo de estos productos. Por lo tanto, sólo una parte de la población llega a satisfacer sus necesidades básicas mediante el consumo petroquímico.

b) Recomendaciones

1. Se recomienda promover el desarrollo petroquímico en América Latina y el Caribe con una visión holística en que la interrelación de aspectos financieros, tecnológicos, ecológicos y económico-sociales se tomen en cuenta.
2. Se sugiere promover un desarrollo petroquímico y de recursos naturales integrado.
3. Se recomienda formular programas regionales para entrenar personal calificado para abastecer a la industria petroquímica de la región. Específicamente, la preparación de ingenieros de diseño, planta y mantenimiento, así como gerentes, administradores y personal de ventas. La OLADE podría contribuir a organizar y efectuar esta importante actividad de capacitación.
4. Se recomienda la cooperación tecnológica a nivel horizontal; es decir entre países de la América Latina y el Caribe. Se sugiere que la OLADE promueva y sirva de mecanismo para lograr este objetivo.
5. Se sugiere apoyar la iniciativa de la OMPI y la ONU para promover la divulgación del conocimiento tecnológico (“know-how”) a través de un diseño más adecuado de patentes y contratos de transferencia de tecnología.
6. Se recomienda analizar el impacto real y global de la petroquímica en el problema del empleo en América Latina y el Caribe. Esta acción pueden llevarla a cabo los países con la ayuda de organismos internacionales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la OLADE.

7. Se recomienda incluir la variable ambiental en el proceso de desarrollo petroquímico. Se recomienda también el adoptar una política de protección y minimización de impactos ambientales de la petroquímica. Esto puede apoyarse en la actividad de la OLADE, la oficina de Industria del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la ONUDI.
8. Se recomienda hacer un detallado estudio que permita averiguar la posibilidad de orientar al máximo la producción petroquímica a la satisfacción de las necesidades de la población latinoamericana.
9. Se recomienda utilizar un porcentaje considerable del beneficio económico generado por la petroquímica en promover el desarrollo de la región, y en propiciar alternativas de transición a otros productos que no dependan totalmente de la disponibilidad del petróleo y gas.
10. El desarrollo de la petroquímica en América Latina y el Caribe puede efectuarse dentro de un marco de la cooperación intraregional. El foro adecuado para formular las estrategias para la acción ya existe: la OLADE. Se recomienda ampliar el mandato de la OLADE para que incluya entre sus funciones y responsabilidades el desarrollo latinoamericano de la petroquímica.

I. INTRODUCCION

La química es una de las ciencias más antiguamente estudiadas por el hombre. Desde la época de los alquimistas hasta la aparición del método científico y hasta la fisión del núcleo atómico, el estudio de la química le ha permitido al hombre beneficiarse del conocimiento de las propiedades de la materia y sus cambios. Actualmente la química se ha convertido en una ciencia indispensable en muchas actividades humanas.

Dos eventos de importancia que ocurrieron en el siglo XIX contribuyeron a afirmar a la química como una ciencia prioritaria: el trabajo de Liebig, quien encontró en 1834 el benceno en brea de carbón, y los hallazgos de Caro en las tinturas sintéticas.¹

El descubrimiento del benceno promovió un gran número de investigaciones sobre la naturaleza química de los productos del carbón destilado. Así en 1892 se comenzó a utilizar el acetileno en forma generalizada con dos aplicaciones principales: 1) iluminación, y 2) obtención de químicos orgánicos. Posteriormente en 1913, se puso en operación la primera planta de amoníaco a gran escala. Con este evento, el carbón se convirtió en el recurso fundamental para la industria química.

El uso generalizado del petróleo como combustible se extendió a mitad del siglo pasado. Este proceso se llevó a cabo independientemente del desarrollo de la industria química. Sin embargo, a principios del siglo XX se comenzó a utilizar el automóvil en forma masiva, lo cual generó un consecuente aumento en la demanda de gasolina, lo que propició a su vez una investigación más en detalle del proceso de refinación del petróleo con objeto de optimizar el aprovechamiento del mismo.

En 1912, W. Burton puso en operación el primer proceso comercial de desintegración térmica del petróleo. Esta operación permitió convertir combustibles de bajo poder calorífico en gasolinas con mayor poder comburente. Hasta entonces, los gases emitidos en el proceso de desintegración térmica del petróleo eran inicialmente quemados o simplemente emitidos al aire. Sin embargo, en un intento por aprovechar estos gases, algunas compañías desarrollaron procesos tecnológicos de mejoramiento y recuperación de los gases fabricando algunos derivados del propileno tales como la acetona. Así, en el año de 1920 nació la industria petroquímica.

La industria petroquímica ha crecido con gran rapidez, especialmente en los últimos años. La producción mundial aumentó de 3.5 millones de toneladas en 1950 a más de 65 millones en 1978². Esto se debe principalmente a: 1) una estrategia de industrialización basada en un modelo petróleo intensivo –el cual consideraba el petróleo como un recurso que sería siempre abundante y barato, y 2) a la posición ventajosa de los productos petroquímicos frente a los productos naturales en cuanto a costos de producción.

La petroquímica es una industria que representa actualmente una gran fuente de ingreso para los países que la poseen. Por ejemplo, en los EE.UU., la petroquímica contribuyó con más de 5 billones de dólares a la balanza comercial de ese rubro durante 1978.³ Esto, además, se llevó a cabo con un consumo energético muy bajo (menos del 5% del consumo energético total de EE.UU. en ese año). Lo anterior sugiere que sería importante evaluar la posible contribución que la petroquímica podría tener en las economías de países dependientes que producen petróleo y gas.

Esta idea, sin embargo, debe ser analizada cuidadosamente dentro de una perspectiva de la situación real que confrontan los PDNIs actualmente, resaltando aspectos tales como las reali-

¹James, J. L., and Shore, D., "Basic Petrochemical Processing", in **The Environmental Aspects of the Petrochemical and Light Refinery Industry**. Trondheim, August 1975.

²Naciones Unidas. Documento Informativo: ONUDI Mex-79-01, March 1979, Mexico.

³Little, Arthur D. **Trade Trends in Petrochemicals**, Cambridge, Mass., July 1979.

dades con que estos países se enfrentan debido a las pequeñas dimensiones de sus mercados nacionales, las grandes dificultades para introducirse en los mercados extranjeros y para obtener financiación, la dificultad para conseguir tecnología adecuada en condiciones justas y equitativas, así como el efecto que genera introducir más tecnologías intensivas en capital, la escasez que sufren en cuanto a personal calificado, y la falta de conocimiento del manejo adecuado del medio ambiente donde operan.

La América Latina y el Caribe observan ya un desarrollo inicial en la petroquímica. Argentina, Brasil y México son los países líderes en este aspecto. El potencial del desarrollo de la petroquímica en estos y otros países de la región parece que aumentará en los próximos años.

Hasta ahora los estudios que se han hecho sobre la petroquímica en la PDNIs enfocan el tema en forma sectorial y por lo tanto parcial. Es decir, se tiende a examinar únicamente lo económico, lo ingenieril, los aspectos recursivos, etc. Los estudios que resultan son útiles, pero sus conclusiones son frecuentemente limitadas ya que se hallan alejadas de la realidad de los PDNIs.

El presente estudio analiza la industria petroquímica dentro del contexto global del desarrollo de la América Latina y el Caribe. Esta investigación utiliza una metodología interdisciplinaria para examinar la contribución real que la operación actual —y futura— de la petroquímica ejerce en el proceso de desarrollo económico y social en general, y en la calidad de la vida de los habitantes de la región en particular. Es decir, se ha escogido una metodología de análisis que tome en cuenta: los aspectos técnicos, económicos, físicos, ecológicos, sociopolíticos y medio ambientales, y que enfatice la forma en que estos aspectos interactúan, se influyen recíprocamente y generan interdependencias. De ahí, la contribución de este estudio, que complementa los que se han hecho anteriormente con una visión parcial.

II. LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

a) Evaluación a Nivel Mundial

La petroquímica es una industria sumamente compleja, ya que en su operación se utiliza una gran diversidad de insumos materiales y de sofisticados procesos tecnológicos de producción. Los productos básicos de la petroquímica se dirigen a un número reducido de usuarios, debido a que es necesario procesarlos más antes de venderlos al consumidor final. Sin embargo, esta complejidad no ha representado un obstáculo en el crecimiento de la industria ya que la industria ha crecido desde su iniciación.

La petroquímica fue impulsada fuertemente a finales de la II Guerra Mundial como un sustituto de la gran demanda que se generó entonces por productos de origen natural y artificial. Los productos petroquímicos tuvieron gran éxito principalmente por la gran reducción que lograron en costos de producción por unidad de inversión, al introducir el concepto de economías de escala.

El auge que la petroquímica alcanzó durante los años 50s y 60s comenzó a declinar a partir de la década de los 70s, ya que algunos problemas —no previstos en la génesis de esta industria— comenzaron a hacerse evidentes. Por una parte, los insumos básicos de la industria (gas y petróleo) aumentaron considerablemente de precio como corolario de la llamada "crisis energética de 1973". Por otra parte, los costos ambientales asociados a la operación petroquímica —especialmente en lo que se refiere a sus efectos sobre la salud humana— comenzaron a generar una presión sobre esta industria para obligarla a proteger el medio ambiente. Ambos eventos representaron costos económicos que la petroquímica tuvo que absorber. Como resultado, los productos naturales anteriormente desplazados volvieron a los mercados internacionales, pues además de poder competir económicamente con la petroquímica, los productos naturales

parecían ofrecer grandes ventajas ambientales sobre sus equivalentes petroquímicos. Este último aspecto se examina en mayor detalle en el Capítulo V de este estudio.

Las economías nacionales se han visto fuertemente afectadas por la combinación de los procesos de inflación y recesión mundial que se han manifestado en la década de los 70s. Aunque la magnitud de este impacto fue mayor en los países de economías más frágiles (como los PDNIs) la industria petroquímica previó una disminución global considerable en sus actividades en todo el mundo. La realidad, sin embargo, fue diferente. Por ejemplo, en los EE.UU. la tasa de crecimiento de la producción de los 50 productos orgánicos e inorgánicos más importantes entre 1969 y 1979 aumentó en 6.1 y 3.2% por año respectivamente.⁴ Aún más, de 1978 a 1979 los productos orgánicos solamente aumentaron su producción en 14.8%.⁵ En los primeros 9 meses de 1980 la producción ha disminuido un poco, pero los precios se han incrementado suficientemente para hacer que las ganancias totales de la industria sigan aumentando.⁶

Para los países de Europa Occidental, la producción de petroquímicos fue creciente hasta 1970, comenzando a declinar solamente a partir de 1973. Por supuesto, ha habido variaciones de las economías individuales de esos países. Por ejemplo, Alemania Federal e Irlanda experimentaron altos crecimientos de 4.3 y 6% de sus economías. Inglaterra por otra parte enfrentó un crecimiento casi nulo. Las bajas eficiencias económicas se debieron al alza en el precio de los energéticos, crecimiento en el desempleo y a una alta inflación. Consecuentemente, la producción de petroquímicos en los últimos años no ha sido muy alta en Europa Occidental. Las plantas petroquímicas operan a un máximo de 70—75% de su capacidad instalada. Además, los EE. UU. exportaron más de 17 billones de dólares en productos químicos en 1979; de éstos, una 3ª parte (**5.4 millones**) se exportaron a Europa Occidental.

El caso de Japón es similar al de Europa Occidental. Antes de octubre de 1973 la industria petroquímica japonesa crecía aceleradamente. Hasta 1975 la producción todavía aumentó —aunque en menor grado—, pero con los rápidos incrementos en los precios del petróleo los altos costos hicieron que la producción se redujera en valor, y mucho más en volumen. Desde 1979 los japoneses han tenido que contemplar importaciones sobre todo de naftas.

Los países socialistas de Europa dieron una prioridad muy alta al desarrollo de la industria petroquímica especialmente en el quinquenio 1976—1980; sin embargo, los problemas económicos mundiales y la dependencia externa total de algunos países, tales como Alemania Democrática (que importa 100% del petróleo crudo y 90% del gas natural que consume de la URSS) han hecho difícil alcanzar las metas que estos países se han planteado.

En China la producción de algunos productos petroquímicos ha aumentado considerablemente. Grandes planes en la construcción de plantas de amoníaco para la producción de fertilizantes están siendo implementados. Esto se debe a la nueva política del gobierno actual que se ha concentrado principalmente en la agricultura y en las industrias ligeras y textil.

Los países del Medio Oriente han empezado a promover su industria química propia. Israel, por ejemplo, tiene una industria química altamente diversificada; Qatar se ha asociado con Francia para producir polietileno de baja densidad. Arabia Saudita, por su parte, ha firmado acuerdos con empresas de EE.UU., Japón y Taiwán.

En resumen, la industria crece en EE.UU., declinó en Europa Occidental y Japón, y se observa una tendencia por parte de los grandes productores del Medio Oriente para aumentar su capacidad petroquímica. La meta de estos países es lograr el 5% de la producción mundial de la petroquímica para 1990.

⁴Anderson, V. "World Chemical Outlook". **Chemical and Engineering News**. December 1979.

⁵C & En. "Facts and Figures for the Chemical Industry". **Chemical and Engineering News**. June 1980.

⁶C & En. ob. cit.

b) Evaluación a Nivel Latino Americano y Caribe

Dentro de la región América Latina y el Caribe, México y Brasil son los países que más han impulsado la industria petroquímica. Otros países, tales como Argentina y Venezuela, que habían empezado su desarrollo petroquímico con un impulso comparativo menor, están haciendo grandes esfuerzos para participar en el mercado de la petroquímica.

México, Brasil y Argentina constituyen dentro de la región el aporte principal de la actividad económica y de la industria en general, y de la petroquímica en particular. Esto se debe a que solamente en esos 3 países es donde se encuentran el 65% de la población de la región, el 75% de la producción industrial y el 85% de toda la petroquímica de la América Latina y el Caribe.

Dentro del espectro mundial de la petroquímica, la región que recibirá mayor crecimiento fuera de EE.UU. y Europa es la América Latina. La razón es que el crecimiento de la demanda de productos petroquímicos que se ha generado en la región calculado en un 15% anual en el período 1976 - 1981 excede ampliamente el crecimiento promedio de la demanda de los mismos países industrializados, el cual es aproximadamente de 6% anual.⁷

Obviamente el potencial de desarrollo petroquímico en la región está íntimamente ligado a la situación socioeconómica por la que tanto la región, como grupo de países, como los países, individualmente, se enfrentan. La región en sí, ha sido severamente afectada por la "crisis energética del 73". El producto doméstico bruto que crecía a un ritmo promedio de 7.2%/año entre 1968 y 1974, comenzó a descender hasta 4.5% para el año 1978. Por otra parte, la deuda externa que hasta 1973 era de 36,235 millones de dólares —y que crecía a un ritmo aproximado que fluctuaba entre 15 y 25% anual— pasó en 1978 a 109,797 millones de dólares, representando esto un incremento de 61% anual a partir de 1973.⁸

Por supuesto, no podría considerarse que la petroquímica de la América Latina y el Caribe es una industria que se desarrolla en forma homogénea, pues existe importantes diferencias en la región. México es quizás el país que se encuentra en una ventaja comparativa mayor con respecto a los otros países, ya que, además de tener amplios recursos propios de petróleo y gas en sus suelos y aguas, tiene un control absoluto de la industria petrolera, lo que le implica grandes ventajas de coordinación, planificación y recepción de todos los beneficios económicos. Así, México se ha desarrollado más rápidamente en la petroquímica que Brasil (que tiene un déficit en cuanto a sus recursos energéticos de petróleo y gas) y que Argentina (cuya economía ha resentido una inflación muy aguda los últimos años. Sin embargo, analistas económicos emiten juicios optimistas y prevé que la demanda por petroquímicos seguirá aumentando en la región en los próximos años.

La participación de otros países de la región en la producción petroquímica es muy reducida 15% del total a nivel Latino Americano pero representa una actividad importante para los países que las desarrollan. En esta categoría se encuentran Chile, Colombia, Venezuela, Trinidad y Tobago y Perú principalmente.

⁷Anderson, V. E. "Petrochemicals are the Focus for Ambitious Expansion Plans". *Chemical Engineering News*, December 18, 1978.

⁸Banco Inter Americano de Desarrollo. Reporte 1979: *Progreso Económico/Social en America Latina*, Washington, 1979.

III. PRODUCCION Y CONSUMO DE LA PETROQUIMICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Antes de analizar la capacidad de producción y el consumo interno de productos petroquímicos en América Latina y el Caribe, es necesario exponer algunos conceptos básicos que definen esta industria. Cuando se habla de la petroquímica, se hace referencia a un grupo de productos y subproductos, que pueden ser clasificados en:

- 1) Productos Básicos
- 2) Productos Intermedios
- 3) Productos Finales.

Los productos contenidos en cada una de las divisiones anteriormente expuestas se encuentran en el Cuadro 1, de acuerdo al orden secuencial que cada producto básico experimenta, y con indicación de los varios productos intermedios y finales que se van obteniendo. Obsérvese en el Cuadro 1 que, en su totalidad, la industria petroquímica es responsable por una gran cantidad de productos. Si a esto añadimos los usos principales que cada producto final proporciona, el número es aún mucho mayor. Sin embargo, cuando se habla de la petroquímica en general, normalmente se hace referencia a las grandes categorías correspondientes al rubro de productos finales del Cuadro 1.

Para propósitos del presente estudio se ha decidido examinar en detalle la petroquímica básica. Las referencias a los productos intermedios y finales se harán sólo en forma eventual. Esta decisión se ha hecho con base en que lo que se pretende con el presente estudio es averiguar en qué medida la industria petroquímica inicial desde su origen contribuye al proceso de desarrollo de la región de América Latina y el Caribe, y de algunos países concretamente. Este enfoque no impide el proveer información y análisis de aquellos países que sólo importan productos intermedios o finales, formando así una industria petroquímica secundaria; sin embargo, a estos países no se les considera generadores de una industria petroquímica endógena.

a) Producción de la Petroquímica Básica

La producción mundial de petroquímica básica ha aumentado muy rápidamente especialmente en los últimos 15 años. Por ejemplo, en el periodo comprendido entre 1965 y 1979 la producción mundial de etileno aumentó de 8 a 26 millones de toneladas (aumento de 325%), y el propileno y benceno aumentaron de 4.4 a 13.7 y de 4.7 a 13.3 millones de toneladas (aumentos de 311 y 283%) respectivamente.⁹ Quizás estos incrementos de producción tan pronunciados son los más altos que el sector industrial ha experimentado en el mundo entero durante ese periodo.

La participación de los PDNIs en la producción mundial de petroquímicos básicos hasta 1965 era casi nula, excepto por el caso muy puntual de algunos países. Actualmente existen aproximadamente 13 PDNIs que tienen una petroquímica básica de importancia, entre ellos se encuentran: Argelia, Brasil, India, Corea, México y Venezuela. Con el objeto de evaluar la participación latinoamericana en esta situación, se incluye el Cuadro 2, donde puede observarse la producción mundial reciente de los principales productos de la petroquímica. Excepto en el caso de producción de metanol, la América Latina y el Caribe es la región de los PDNIs con más alta producción de petroquímica en lo que se refiere a productos básicos.

Concretamente, en el Cuadro 2 puede verse que la región contribuyó a la producción mundial con un 4% en etileno y orthoxileno, 3% en butadieno, y sólo 2% en propileno, benceno, metanol, y paraxileno. Esta situación, sin embargo, no debe considerarse estática, ya que, en

⁹Naciones Unidas. **Estadísticos Anuales 1980**. Naciones Unidas, New York, 1980.

casos como el de México (como se ve más adelante) el impulso que se le está dando a esta industria es considerable.

Los datos proporcionados en el Cuadro 2 son muy agregados. Es importante conocer la estructura interna de producción de la petroquímica básica dentro de la región. El Cuadro 3 contiene esta información. Varias observaciones de importancia pueden hacerse aquí. La producción petroquímica de la región experimentó en los últimos 4 años un crecimiento exponencial similar al que la situación mundial ha observado. Por ejemplo, la producción de propileno ha aumentado en un 287% mientras que las de benceno y etileno han aumentado en 275 y 217% respectivamente.

C U A D R O 1
ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

Productos Básicos	Productos Intermedios	Productos Finales
1. Metano ^a	Acido acético Formaldehidos Solventes	Plásticos ✓ Solventes Pesticidas Ferbicidas
2. Etileno ^b	Dicloruro de etileno Etileno glicol Oxidos de eytileno Olefinas	Plásticos ✓
3. Propileno ^b	Acrilonitrilos Dodecibenceno Oxidos de propileno Acetona	Detergentes
4. Butadieno ^b	Etilbenceno Estireno	Hule sintético
5. Benceno ^c	Acido adíptico	Fibras sintéticas
6. Tolueno ^c	Fenoles	Solventes
7. Paraxileno ^c	Acido tereftálico Dimetilteftalatos	Fibras poliéster
8. Ortoxileno ^c	Anhidridos fitólicos	Plásticos ✓

^aGas sintetizado

^bOlefinas

^cAromáticos

¹¹Diaz Serrano, J. Informe Anual 1980. PEMEX, México, Marzo 1980.

Así como la producción a nivel mundial refleja una situación heterogénea, dentro de América Latina y el Caribe la producción es también bastante desequilibrada. El análisis de alguno de los productos químicos en forma individual permite con la ayuda del Cuadro 3 observar esta situación.

En etileno, por ejemplo, Brasil y México son los mayores productores. Dentro de su actual capacidad anual de 8.9 millones de toneladas de petroquímica básica, México dispone de una capacidad de producción de etileno de 432 mil toneladas por año, la cual se verá incrementada notablemente en 1981, al entrar en operación la planta de "La Cangrejera" de 500.000 toneladas anuales. Además, PEMEX está trabajando en el nuevo complejo petroquímico "Morelos" que producirá otras 500 mil toneladas¹² y en los complejos de "Laguna del Ostión" y "Dos Bocas". Para 500 y 400 mil toneladas anuales, producción de etileno, respectivamente.

CUADRO 2
PRODUCCION DE LA PETROQUIMICA BASICA EN EL MUNDO EN 1977¹⁰
(x 1.000 toneladas/año)

Región o País	P R O D U C T O S						
	Etileno	Propileno	Butadieno	Benceno	Paraxileno	Ortoxileno	Metanol
Europa Occ. ^a	14165	8020	2153	5802	1220	848	3920
Europa Oriental	2955	1553	340	3460	327	285	2513
América del Norte ^b	14450	7100	2270	6400	1908	603	4624
América Latina ^c	1250	514	173	308	75	72	125
Africa del Norte	120	—	—	—	—	—	110
Africa Oriental y Occidental	—	—	—	—	—	—	—
Sud Africa	200	—	20	—	—	—	17
Medio Oriente	190	40	33	—	—	—	54
Sudeste Asiático ^d	192	100	36	69	17	—	33
Asia Oriental ^e	480	215	77	134	42	—	585
Japón	4510	2800	872	2550	636	315	1164
Area Pacífico ^f	290	80	34	—	—	—	33

¹⁰Fuente: **UNIDO FIRST WORLD STUDY ON THE PETROCHEMICAL INDUSTRY: 1975 - 2000.** UNIDO/ICIS.83, December 1978.

^aEuropa del Norte, Sur y occidental excluyendo Yugoslavia.

^bEE.UU. y Canadá.

^cAmérica Latina y el Caribe.

^dAsia Sud Oriental y Sud-Meridional.

^eAsia Oriental excluyendo China y Japón.

^fOceanía, Melanesia, Micronesia y Polinesia.

¹²Anderson, V. "Mexico and Brazil Have Ambitious Chemical Plans". **Chemical & Engineering News.** December 1979.

CUADRO 3

PRODUCCION DE PETROQUIMICA BASICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE EN 1977 Y 1980^{a, b}
(en miles de toneladas año)

P R O D U C T O

País	Etileno		Propileno		Butadieno		Benceno		Paraxileno		Metanol			
	1977	1980	1977	1980	1977	1980	1977	1980	1977	1980	1977	1980		
Argentina	55	150	—	115	35	67	60	140	40	40	20	20	34	114
Brasil	730	1.080	237	628	115	167	130	250	—	160	30	110	58	118
Chile	60	180	40	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Colombia	20	20	10	10	—	—	43	43	—	17	8	8	—	—
México ^b	230	366	137	137	23	17	75	79	35	39	14	16	—	174
Perú	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Venezuela	150	550	90	260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TOTAL	1.250	2.351	514	1.190	173	251	308	512	75	256	72	154	125	406

^aFuente: UNIDO. Draft World-Wide Study of the Petrochemical Industry 1975—2000 (Appendices). unido*icis. ó*add. 1. October 1978. Modificado.

^aEstimaciones de UNIDO.

^bLas estimaciones oficiales de México corresponden a los años 1977 y 1979.

Datos en miles de toneladas año.

PEMEX **Memoria de Labores 1979**. México, 1980.

Brasil, por su parte, contempla un crecimiento en la petroquímica básica considerable también. Por supuesto, la situación de Brasil es más difícil que la de México, ya que Brasil tiene un déficit de petróleo que tiene que cubrir con importaciones. Brasil ha convertido un enorme esfuerzo y capital en su nuevo "polo petroquímico" del nordeste: Camacari, que promete ser la operación petroquímica integral más grande del mundo.¹⁴ En Camacari se producen actualmente 540,000 toneladas de etileno. Brasil está por construir su tercer polo petroquímico en Porto Alegre, Estado de Rio Grande do Sul, que añadirá otros 420,000 toneladas de etileno a la producción actual.

Respecto a la producción de la petroquímica básica en América Latina y el Caribe, puede concluirse que Brasil, México y Argentina son los países que conforman la mayoría de esta producción (85%). Venezuela contribuye, en menor escala, a la producción de etileno y propileno. Chile, Colombia y Perú contribuyen en una forma más reducida (Ver cuadro 3).

b) Consumo de Petroquímicos Básicos

Nuevamente es fundamental hacer referencia al marco global para entender la posición de

¹⁴Para una discusión amplia sobre este tema, ver: Szekely, F. "La Industria Química en América Latina y el Caribe". PNUMA, Ginebra, 1979.

América Latina y el Caribe en el consumo mundial de petroquímicos básicos. El consumo actual de estos productos depende de la demanda que se ha generado por productos finales tales como plásticos, fibras sintéticas y otros. El Cuadro 4 indica la demanda mundial de los principales productos finales de la petroquímica. Ahí se observa que el porcentaje correspondientes a la mayoría de los PDNIs es aproximadamente 11% del total. La América Latina y el Caribe demandaron el 44% de esta cifra, siendo los productos más solicitados los detergentes sintéticos y las fibras sintéticas con un 20.3 y 19.3% del total, respectivamente.¹⁵

El consumo de productos petroquímicos en los países industrializados observa una demanda estable. Para América Latina y el Caribe y para los PDNIs, en general, la demanda ha crecido muy rápidamente, a pesar de los efectos económicos de la "crisis energética del 73". Sin embargo, como puede observarse en el mismo Cuadro 4, la región es deficitaria en general en cuanto a su consumo. Ya que consume el 4.7% del total mundial, cuando su producción tanto de petroquímica básica como de productos finales no alcanza el 3.8%.¹⁶ Esta situación tiene un efecto definitivo en las economías locales. México y Brasil, no obstante ser los grandes productores de petroquímica básica, no logran cubrir su demanda interna. En Brasil, por ejemplo, las importaciones de productos químicos respecto a las exportaciones reflejan un ratio de 10/1. México tiene grandes exportaciones sobre todo de amoníaco, especialmente desde que entraron en operación las recientes plantas de "Cosolecaque" y "Salamanca" con aumentos en la producción de 445,000 y 300,000 toneladas, las cuales operan desde finales de 1978. Pero también México experimenta un déficit en su balanza de productos químicos, ya que las importaciones exceden todavía ampliamente a sus exportaciones.¹⁷

CUADRO 4 CONSUMO DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS FINALES DE LA PETROQUIMICA EN 1974¹⁸

Región o País	Porcentaje
Europa Occidental	31.61
Europa Oriental	11.91
América del Norte ^a	31.68
América Latina ^b	4.71
Africa	1.81
Asia ^c	4.07
Pacífico	1.31
Japón	11.81
Medio Oriente	1.01

^aSolamente Canadá y EE.UU.

^bSolamente el Caribe.

^cDatos precisos sobre China no se encontraron.

¹⁵Szekely, *op. cit.*

¹⁶UNIDO. *First World Wide Study on the Petrochemical Industry. op. cit.*

¹⁷Petróleos Mexicanos informó que México exportó 107.7 millones de dólares de petroquímicos, e importó 331.6 millones de dólares en ese año. PEMEX. *Memoria de Labores 1979*. México, 1980.

¹⁸Fuente: UNIDO, *op. cit.*

IV. LA PETROQUIMICA Y EL DESARROLLO ECONOMICO EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

a) Tecnología y Capital.

La tecnología utilizada en la petroquímica básica es de tipo capital intensivo y de una gran sofisticación. Esto requiere que los países que desarrollan —o pretenden desarrollar— la petroquímica, deben tener como condiciones iniciales abundante capital disponible, y una infraestructura de desarrollo de investigación científica y tecnológica adecuadas.

Ciertamente América Latina y el Caribe enfrentan limitaciones en ambos aspectos. Por una parte, los principales países de la región que promueven la petroquímica básica (Brasil, México y Argentina) han tenido que recurrir frecuentemente a préstamos y financiamiento externo para poder llevar a cabo sus planes de desarrollo industrial. En un reciente estudio del Banco Mundial se afirma que la deuda externa como porcentaje del Producto Nacional Bruto (PNB) en Brasil, México y Argentina para 1978 fue de 28.7, 15.6 y 6.4% respectivamente.¹⁹ Esto significa que la situación de la región —industrial en general y petroquímica en particular— depende en un gran porcentaje del exterior, ya que además de que la región necesita importar debe recurrir a apoyo financiero externo para desarrollar su propia industria local.

La ONUDI ha estimado que una planta petroquímica con una capacidad aproximada de 400,000 toneladas/año de etileno y cerca de 1 millón de toneladas de otros productos petroquímicos básicos costaba en 1978 un promedio de 1,000 millones de dólares en un país industrializado.²⁰ Si extrapolamos este cálculo a los PDNIs, la inversión tendría que ser aún mayor ya que la infraestructura necesaria para cualquier desarrollo industrial en general no es muy abundante en estos países.

Además del problema de escasez de capital para la inversión industrial, las limitaciones tecnológicas afectan severamente a la región. La América Latina y el Caribe pagan enormes sumas por la compra de tecnología, "know-how", contratos de diseño, operación y mantenimiento de plantas, y uso de patentes extranjeros.

Mucho se ha discutido sobre la propiedad y el control de la tecnología. Para algunos la tecnología es un recurso que pertenece solamente a quienes la han desarrollado. Para otros, la tecnología debería ser un bien gratuito de la humanidad. La Asamblea General de las Naciones Unidas, aprobó en su séptimo período extraordinario de sesiones una resolución sobre desarrollo y cooperación económico - tecnológica internacional, que en su primer párrafo dice:

Los países desarrollados y los países en desarrollo deben cooperar para establecer, reforzar y desarrollar la infraestructura científica y tecnológica de los países en desarrollo. Los países desarrollados deben también adoptar medidas adecuadas, tales como contribuir al establecimiento de un banco de información sobre tecnología industrial y considerar la posibilidad de crear bancos regionales y sectoriales, para poner a disposición de los países en desarrollo una corriente mayor de información que les permita la selección de tecnologías, en particular tecnologías avanzadas. También se debe estudiar la posibilidad de establecer un centro internacional de intercambio de información tecnológica para compartir los resultados de la investigación que sean de interés para los países en desarrollo. A tales efectos, la Asamblea General debe examinar, en su trigésimo período de sesiones, arreglos institucionales dentro del sistema de las Naciones Unidas.^{21 22}

¹⁹Banco Mundial. **Informe sobre el desarrollo mundial 1980**. Washington, agosto 1980.

²⁰UNIDO, op. cit.

²¹Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). "Seminario Latino Americano Sobre Información Tecnológica Contenida en los Documentos Patentes". México, 1977.

²²Naciones Unidas. 7 Período Extraordinario de Sesiones. **Resolución 3362 (S-VII)**, New York, 1974.

De acuerdo a esta resolución, la Asamblea General de la ONU aprobó el llevar adelante los arreglos institucionales necesarios para la transmisión

De acuerdo a esta resolución, la Asamblea General de la ONU aprobó el llevar adelante los arreglos institucionales necesarios para la transmisión de tecnología.²³ Los resultados de esta iniciativa aún no se han hecho evidentes. Sin embargo, quizás un subproducto positivo de estas actividades fue la iniciativa que la OMI ha hecho proponiendo que los documentos de patentes de tecnología contengan suficiente información relevante que proporciones: 1) información tecnológica, 2) datos del solicitante de patente, y 3) costos del proceso.²⁴ Para los PDNIs el acceso a esta información sería sumamente útil en la creación de su propia capacidad de investigación y tecnología.

Durante la primera reunión de consulta sobre la industria petroquímica organizado por ONUDI (México, marzo 1979) se discutió ampliamente las dificultades que los PDNIs enfrentan para adquirir tecnología. Se concluyó que en lugar de analizar el tema de transferencia de tecnología en forma aislada, se debían considerar conjuntamente los aspectos de patentes, licencias y know-how.²⁵ Concretamente se recomendó:

- a) La obligación del "licenciador" de permitir acceso al secreto tecnológico o "know-how".
- b) Que al transferir tecnología, se transfiriese también la capacidad de generar tecnología.
- c) Continuar proporcionando datos sobre innovaciones tecnológicas relacionadas.

Estas sugerencias —como las de la OMPI— representarían ciertamente un aporte para la región.

b) Empleo, Recursos Humanos.

Un complejo petroquímico necesita más personal altamente calificado que personal no calificado. La proporción es aproximadamente 70% de personal calificado vs. 30% de personal no calificado. Los problemas de entrenar ingenieros, gerentes, operadores, especialistas de manutención, etc., para proporcionar este personal calificado se traducen en la necesidad de una gran inversión que no es abundante en los PDNIs.

La industria petroquímica, se ha dicho, es capital intensiva. Su inserción en una región del mundo donde existen millones de desempleados o subempleados²⁶ es una acción que debe considerar cuidadosamente. La industria petroquímica requiere de una inversión de 200—300,000 dólares/empleo en general. Esto en sí representa una seria limitante para que la América Latina y el Caribe puedan desarrollar su industria petroquímica.

En 1976, la industria petroquímica en su conjunto empleó 82,000 personas de PDNIs, de las cuales el 36% (29,500) correspondieron a América Latina y el Caribe. De los 29,500 trabajadores que la industria petroquímica empleó en América Latina y el Caribe aproximadamente 17,000 trabajadores fueron personal técnico calificado, 3,800 personal administrativo y de ventas, y sólo 8,800 fueron no calificados.²⁸ Esto significa que sólo el 30% de la industria contribuye al proble-

²³Naciones Unidas. 30 Asamblea General. **Resolución 3507 (XXX)**, New York, Diciembre 15, 1975.

²⁴OMPI. *op. cit.*

²⁵UNIDO. **The preparation of a Model of Contract covering the licensing of patents and know-how in the petrochemical industry". Primera Reunión de Consulta sobre la petroquímica.** México, 1979.

²⁶La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha calculado que para la mitad de la década de los 70s, existían 760 millones de iliteratos y 300 millones de desempleados en los PDNIs. ILO. **Employment Growth and Basic Needs.** Overseas Development Council. Praeger Publishing, 1977.

²⁷ILO. **Manpower Aspects of Establishing Chemical Industries in Developing Countries.** Geneva, 1976.

²⁸UNIDO. *op. cit.*

ma de "desempleo masivo" de la región (que consiste principalmente de personal no calificado). Se espera que para finales de 1980, la industria contribuirá en los PDNIs con 54,000 empleos adicionales y 378,000 empleos en industrias relacionadas a la petroquímica, de los cuales América Latina y el Caribe corresponderían 19,600 y 136,000 empleos directos e indirectos respectivamente; sin embargo, si tomamos en cuenta el ratio producción/empleo, la contribución de la petroquímica al empleo en ese período es muy baja, ya que mientras el empleo crece a un ritmo de 20% anual, la producción equivalente crece al ritmo de 80% anual (véase Cuadro 2). Puede concluirse entonces que —con una evaluación global— la industria petroquímica contribuye a generar menor cantidad de empleo a medida que aumenta su producción. Además de esto, es obvio que a medida que los productos petroquímicos desplazan el uso de otros productos naturales —por ejemplo en el caso de fibras sintéticas y algodón— se está desplazando también empleo del sector económico primario, que en los PDNIs es muy importante.²⁹

Un aspecto también de importancia en cuanto al personal calificado que la petroquímica demanda en América Latina y el Caribe es el considerar que con un crecimiento de más de 80%/año en la producción, la disponibilidad de personal local calificado debería estar creciendo al ritmo de esta necesidad. Actualmente el volumen y experiencia de este personal (ingenieros, administradores, operadores) según estudios de la UNESCO, no es el adecuado para cubrir la demanda de la que se habla.³⁰

c) Recursos Materiales.

La industria petroquímica requiere de una serie de insumos económicos, técnicos, humanos y materiales para su operación. Dentro de los materiales, los más importantes son: 1) Los recursos básicos para producir petroquímicos-naftas, gas, kerosene, carbón, combustóleo, etc.; y, 2) Los recursos en materia de energía que deben invertirse en el mismo proceso productivo. El Cuadro 5 contiene la información a este respecto; obsérvese ahí que los requerimientos de energía varían de acuerdo al producto. En general, los productos olefínicos consumen más energía que los gases sintéticos y los aromáticos.

Debido a los problemas de alza de precios de los energéticos que se ha presentado recientemente, la industria en general, y más particularmente la petroquímica, han hecho esfuerzos especiales para conservar la energía mediante la implementación de técnicas más eficientes en la producción. Los esfuerzos han sido en general exitosos, la industria petroquímica consume actualmente menos por unidad producida. Por ejemplo, en 1979 esta industria consumió 5% menos energía que el año anterior.

d) Control en la Industria Petroquímica.

Los diferentes actores de la industria petroquímica básica son: gobiernos, compañías transnacionales y compañías privadas locales. Estos actores tienen diversas formas de participación en la administración y control de la industria, dependiendo del gobierno que se trate. En América Latina y el Caribe se encuentran diversas situaciones, como se explica a continuación.

En el caso de México, el petróleo es considerado patrimonio nacional y por lo tanto su administración corresponde únicamente al Estado. Así, la función de Petróleos Mexicanos (PEMEX) incluye: desde la exploración a la refinación del petróleo, hasta todas las actividades de la petroquímica básica e intermedia. La inversión privada existe únicamente en el sector de los petroquímicos secundarios, donde la participación mexicana debe ser por lo menos de un 60% del total.

²⁹El análisis anterior no debe interpretarse como un argumento en contra de la industria petroquímica en la región. Lo que se pretende es señalar los efectos colaterales de una estrategia de desarrollo inserta en una realidad específica.

³⁰UNESCO. *Formation des Ingenieurs et Environnement: Tendances et perspectives*. París, Noviembre 1979.

PEMEX es una entidad económica que, por la naturaleza tan amplia de sus actividades en un país con abundantes recursos, está considerada actualmente entre una de las 10 empresas más grandes del mundo. Su contribución al desarrollo en México es proporcional a su importancia. PEMEX paga impuestos al gobierno a una tasa de 15% en la venta de petroquímicos, 27% de otros productos y 38.58% en la venta de petróleo crudo, gas natural y productos petrolíferos.³² Se calcula que la contribución de la petroquímica al Producto Nacional Bruto en México es entre 0.6 y 0.8 por ciento.

El caso de Brasil es diferente al de México. En el Brasil, los propietarios de la industria petroquímica incluyen al gobierno y compañías privadas locales y extranjeras. Sin embargo, la corporación estatal petrolera (PETROBRAS), mediante su organismo subsidiario Petrobras Química S.A., es quien coordina y desarrolla la política brasileña de desarrollo petroquímico. La mayoría de los productos de la petroquímica básica brasileña se venden directamente a fabricantes extranjeros que operan en el país (Union Carbide, Dow, Hoescht, Dupont, INI, Rhone Poulenc y otros).

C U A D R O 5
CONSUMO ENERGETICO DE LA PETROQUIMICA
(por toneladas de producto)³¹

PRODUCTO	Combustible	Electricidad	Vapor	Agua de Enfriamiento
	10 ⁶ Kcal/ton.	Kwh/ton.	Ton/ton.	M ³ /ton
Defins ^a	156	—	170	—
Metanol	—	40	—	230
Aromáticos ^b	2.5	60	1.6	—

^aBasado en proceso de desintegración nafta/gas.

^bBenceno, Tolueno, Xilenos.

En Venezuela se ha desarrollado un complejo petroquímico importante en el Tablazo, Zulia. El gobierno venezolano creó la entidad Pequiven (Petroquímica de Venezuela) una ramificación de PETROVEN, para encargarse del desarrollo petroquímico del país.

En Argentina existen tres grandes centros de desarrollo petroquímico: Bahía Blanca, San Lorenzo y La Plata. La participación en la propiedad aquí es mixta, incluyendo al gobierno y capital privado.

e) Participación Institucional.

La petroquímica en América Latina y el Caribe se ha desarrollado dentro de un período de tiempo sumamente corto. Desde 1965 a la fecha la industria viene tomando un ímpetu cada vez mayor. Hasta ahora, la cooperación que se ha logrado en el desarrollo de la industria petroquí-

³¹Fuente: ONUDI, *ob. cit.* modificado.

³²Department of Energy of USA. Office of International Affairs. **The Role of Foreign Governments in the Energy Industries.** Washington, 1977.

mica latinoamericana es principalmente de tipo bilateral —entre países— o estrictamente comercial. En el caso de cooperación bilateral, esto se ha logrado principalmente entre gobiernos latinoamericanos y otros fuera de la región. Una cooperación típica Norte - Sur.

Existen incluso iniciativas dirigidas a formular alianzas entre países industrializados y PDNIs en el campo de la petroquímica. El caso a que se hace referencia es el del interés de la industria química de los EE.UU. en formar una alianza norteamericana compuesta por EE.UU., Canadá y México³³ que uniría a estos países en un pacto trilateral que beneficiaría los 3 países. La idea se deriva de la consideración de los EE.UU. de que Canadá y México desean desarrollarse más en la petroquímica y que sus mercados son dependientes en un gran porcentaje de los EE.UU.³⁴

Desde el punto de vista del gobierno de México, no se ha simpatizado con la implementación de esta idea. Esta actitud es entendible dado que —además de las características de las relaciones históricas que México y EE.UU. han tenido en cuanto a recursos naturales— las proporciones son tan dispares que el suponer que México tendría beneficios en este arreglo sería muy arriesgado.

Una cooperación intraregional sería más adecuada. La cultura, lengua y experiencia común de los países de la región de América Latina y el Caribe dan las condiciones iniciales apropiadas para promover el intercambio de experiencias en cuanto a lo tecnológico, ecológico, económico y social.

Actualmente, en el campo energético, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), de acuerdo a su acta constitutiva de Lima, promueve la cooperación intraregional en materia energética. Este foro y su organización podrían ser el mecanismo adecuado para promover un desarrollo de la petroquímica latinoamericana con la participación de latinoamericanos.

V. PETROQUIMICA Y CALIDAD DE VIDA

La estrategia de desarrollo que se ha aplicado a América Latina y el Caribe en los últimos 30 años, consistió fundamentalmente en promover una rápida industrialización de los países y en implantar un esquema de sustitución de importaciones que eventualmente traera autosuficiencia económica y un nivel de vida más elevado para los habitantes de la región. Esta estrategia era en realidad la interpretación imitativa del proceso de desarrollo que impulsó a los países industrializados. Su implantación en América Latina, donde las condiciones iniciales eran diferentes a las de Europa y EE.UU., tuvo efectos también diferentes, ya que si bien la región creció económica e industrialmente,³⁵ aún no se ha observado una mejora amplia y generalizada en la calidad de vida **de la mayoría** de sus habitantes.

Los países con mayores recursos económicos iniciales, y sobre todo aquellas naciones con recursos propios de petróleo y gas, acogieron la idea de desarrollarse en el campo de la petroquímica, con miras a generar un mercado interno, pero con la proyección y el deseo de participar activamente en los mercados internacionales.

Esta idea quizás parecería muy atractiva analizada en forma aislada; sin embargo, el mundo en sí es más complejo, ya que es el resultado de la interacción de muchos ecosistemas donde se expresan diversos intereses, comportamientos y correlaciones de fuerzas. En este sentido, es

³³Anderson, V. "North American Trade Alliance Gains Support". **Chemical and Engineering News**. July 1980.

³⁴El 45% de las exportaciones de productos Químicos de México van a los EE.UU. Para Canadá la cifra equivalente es 14%. En las importaciones, México y Canadá dependen en un 52 y 28% respectivamente de los EE.UU. En cambio, para EE.UU., sólo 5% de sus exportaciones químicas van a México y Canadá. **Chem Eng**, July 1980. **op. cit.**

³⁵Los indicadores cuantitativos de este crecimiento se pueden ver en: Comisión Económica para América Latina (CEPAL). **Análisis Económico de América Latina y el Caribe**. Santiago, 1979.

imprescindible que a cualquier juicio de valor sobre la petroquímica, o en el diseño de estrategias para promoverla, anteceda un análisis global donde las interacciones de los diferentes actores de un proceso y su efecto sobre ellos y lo que les rodea se estudien. Una forma válida de iniciar este cuestionamiento sería preguntándose: ¿En qué grado ha contribuido el desarrollo de la petroquímica a elevar la calidad de la vida en la región? ¿Qué beneficios y problemas colaterales aparece el desarrollo de esta actividad? ¿En qué medida se relacionan los productos de la petroquímica y las necesidades básicas de América Latina y el Caribe? ¿Está la región preparada para promover un rápido desarrollo industrial sin deteriorar su ambiente? Lo que sigue, pretende esclarecer algunas de estas preguntas y promover ideas para la acción.

a) Medio Ambiente.

La preocupación por el manejo adecuado y la preservación del medio ambiente, así como los problemas que se han impuesto al mismo, no son una novedad. Existen evidencias históricas que demuestran que hace muchos años la preocupación ambiental era genuina.³⁶ El hombre moderno se preocupó, una vez más, de la calidad de su ambiente debido a que el deterioro del mismo generaba una reacción "boomerang" mediante la cual la eficiencia de convertir bienes naturales en satisfactores, y la salud misma del hombre, se vieron amenazados.

En 1972 tuvo lugar la primera conferencia mundial del Medio Ambiente Humano (Estocolmo, junio 5—11, 1972). De entre las numerosas contribuciones que se obtuvieron a través de ese evento vale la pena citar dos fundamentales: 1) la discusión en torno a la definición global de medio ambiente, y 2) el concepto de desarrollo y medio ambiente.

La definición de medio ambiente ha recibido principalmente dos interpretaciones: una que la reduce a su dimensión física (contaminación), y que fue adoptada por la mayoría de los países desarrollados en Estocolmo. Otra definición más amplia considera que lo físico y la social —en forma inseparable— son el medio ambiente. Esta definición, adoptada principalmente por los PDNIs, puede enunciarse así:³⁷

Medio Ambiente es la suma total de los elementos físicos, biológicos, naturales que rodean al hombre, las interacciones de estos elementos entre sí y con el hombre, y las interacciones entre el hombre y la sociedad.³⁸

En el presente estudio se adopta esta última definición. De ahí que cuando se hace referencia a medio ambiente no sólo se habla de contaminación sino también de recursos, desarrollo, calidad de vida, etc.

El concepto de desarrollo y medio ambiente es una contribución vital.³⁹ Para muchos, el preocuparse por el medio ambiente es mirado como una actitud conservacionista que se opone al crecimiento económico y en definitiva al desarrollo.⁴⁰ Para otros, por lo contrario, el medio ambiente y desarrollo son conceptos compatibles y complementarios. Esta posición es sin duda más adecuada; es decir, en casos específicos como el que nos ocupa se puede afirmar que un desarrollo ambientalmente adecuado de la industria petroquímica en América Latina y el Caribe es posible, siempre que este desarrollo se efectúe de acuerdo a la racionalidad ecológica del entorno y que sus premisas se dirijan a satisfacer las necesidades de la mayoría de la población donde este desarrollo se lleva a cabo.

³⁶Véase: **Exodo 2:12-11** y **Levítico 25:1-7** para una explicación de cómo los hebreos formularon el año sabático, mediante el cual aplicaron una medida de manejo ambiental al uso del suelo de cultivo agrícola.

³⁷Al respecto hemos elaborado y abundado sobre este tema en: Szekely, F. **El Medio Ambiente en América Latina y México**. Nueva Imagen, México, 1978.

³⁸PNUMA, OLADE, PNUD. **Alternativas Energéticas en América Latina. Estudio de capacidades para el uso de fuentes no convencionales de energía**, Quito, Ecuador, 1979.

³⁹**United Nations Conference. Development and Environmental**. Founex, Suiza, Jun 4-12, 1971. Mouton, París, 1972.

⁴⁰Por ejemplo, la actitud y filosofía del "Sierra Club" de los EE.UU. y en general del Club de Roma.

En la petroquímica se podrían identificar las interacciones ambientales importantes como las que se muestran en el Cuadro 6. Obsérvese ahí que existen una serie de impactos —tanto positivos como negativos— en cuanto a los recursos, la ecología, salud y grado de desarrollo económico que se efectúan en un ecosistema. La evaluación de estos impactos constituye una gran dificultad. Por una parte, los problemas ambientales no se han estudiado en su totalidad; de hecho existe la posibilidad de que algunos de esos problemas no se hayan identificado. Por otra parte, no existen aún pruebas científicas contundentes sobre impactos precisos derivados de determinados estímulos. Es aquí en el campo de lo científico donde existe mayor controversia y diferencia de opinión. Quizás una forma de obtener al menos una visión general de las interacciones ambientales de una operación industrial como la petroquímica, es: 1) identificar posibles impactos, 2) analizar la metodología con que se puede evaluar científicamente ese impacto; y, finalmente, 3) evaluar qué grado de conocimiento tenemos sobre el impacto. Este recuento inicial se encuentra en el Cuadro 6.

Las formas de evaluación que ahí se indican (cuantitativas (c_1) y cualitativas (c_2)) presentan la dificultad de la integración. Es difícil combinar evaluaciones numéricas con otras de calidad. A pesar de esto, el esfuerzo de integración debe hacerse, ya que sólo considerar unas u otras sería incompleto. La evaluación sobre el grado de conocimiento que se tiene del efecto de cada interacción ambiental (columna 4 del Cuadro 6) se basa en un criterio determinista. Un grado de conocimiento alto (A) es aquel que puede sustanciarse científicamente (tanto en el campo físico, como social); un conocimiento medio tiene elementos científicos, mas no concluyentes. Una evaluación nula sería algo que a pesar de haberse identificado, no se puede evaluar científicamente. Puede observarse en el Cuadro 6 que las evaluaciones cualitativas son las más abundantes. Asimismo el grado de conocimiento medio es el más prevaleciente. La conclusión es que aún no existe mucha precisión para desarrollar esta evaluación en forma total y detallada. Esto, sin embargo, no sería excusa suficiente para no comenzar a actuar —con lo que se conoce y se prevé importante— en beneficio del medio ambiente.

b) Salud.

La petroquímica se deriva de los combustibles fósiles. A medida que se producen más petroquímicos, se contribuye a exterminar estos recursos finitos. Dos preguntas a formular a este respecto son: 1) si el beneficio de la petroquímica se invierte en la generación de otros recursos, y en promover el desarrollo; y, 2) qué implica el sustituir productos naturales con petroquímicos. La generación de nuevos recursos energéticos en la región está aún en una etapa embrionaria. La sustitución de productos naturales ha hecho a los países más dependientes de ciertos recursos —petróleo y gas— cuyo control y uso escapa de las posibilidades y voluntades de muchos países haciéndolos dependientes y sensibles a las fluctuaciones del mercado internacional y a las disputas políticas de este recurso.

Una preocupación frecuente de los ambientalistas que es la petroquímica introduce materias extrañas al ecosistema natural que, al no formar parte del mismo, se acumulan y generan deterioro ambiental. Los productos naturales, dicen, no imponían este costo a la sociedad.⁴¹ Otros piensan que la petroquímica en realidad era inevitable, ya que la demanda de muchos productos (materiales de construcción, vestido, etc.) no podía haberse satisfecho solamente con los productos naturales.⁴² Es difícil comprobar con un 100% de certeza una u otra posición. Sin embargo, existe pleno acuerdo —y evidencia— que con la petroquímica ha habido deterioro ambiental, y que este deterioro es de alguna manera proporcional al volumen de producción y manejo de la industria; es decir, a: 1) la cantidad de petroquímicos producidos; 2) el manejo y

⁴¹Una excelente discusión sobre el tema se encuentra en: Commoner, B. **The Closing Circle**. Alfred Knopf. New York, 1971.

⁴²Para una visión muy articulada de este argumento, véase: A.D. Little, Inc. A Report to the Petrochemical Energy Group (PEG). **The Petrochemical Industry and the U.S. Economy**. Cambridge, Mass. December 1978.

CUADRO 6
INTERACCIONES AMBIENTALES DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

Indicador Ambiental	Impacto	Forma de Evaluación	Conocimiento	
Recursos	Uso del suelo	C ₁ , C ₂	M	
	Depradamiento de Recursos	C ₁ , C ₂	A	
	Desplazamiento del uso de Recursos Naturales	C ₁ , C ₂	A	
Balance ecológico	Balidad ambiental:	aire	C ₁ , C ₂	A
		agua	C ₁ , C ₂	A
		suelo	C ₁ , C ₂	A
		sonido	C ₁ , C ₂	M
		fauna y flora	C ₁ , C ₂	M
	Temperatura	C ₁	A	
	Radiación (ionizante)			
	Temperatura	C ₁	A	
	Radiación (ionizante)	C ₁ , C ₂	M	
	Calidad del habitat humano	C ₂	M	
Salud	Salud ocupacional	C ₂	M	
	Salud pública	C ₂	M	
	Equilibrio psicológico	C ₂	M	
Desarrollo socio - económico	Satisfacción de necesidades sociales	C ₂	M	
	Control y soberanía sobre recursos	C ₂	M	
	Empleo	C ₁ , C ₂	A	
Desarrollo nacional	Desarrollo nacional	C ₁ , C ₂	M	
	Dependencia tecnológica	C ₁ , C ₂	M	
	Desarrollo y medio ambiente	C ₂	M	

C₁ = cuantitativa A = alto N = nulo
C₂ = cualitativa M = medio

CUADRO 7
PRODUCCION DE ALGUNOS PRODUCTOS FINALES DE LA PETROQUIMICA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE⁴⁴

Contaminante	Año	Producción Anual (10 ³ ton)	Año	Producción Anual (10 ³ ton)	Aumento %
Fertilizante nitrogenado	1960	942	1974	4,028	327%
Plásticos	1960	4.5	1974	327.1	7166%
Fibras Sintéticas	1960	95.3	1974	499	425%
Celulosa	1960	726	1970	2,142	195%
Detergentes	1959	123	1970	666	541%

⁴⁴Fuente: CEPAL *Anuario Estadístico de América Latina 1976*. Chile, 1977, y Simposio sobre el Desarrollo de la Industria Química Latinoamericana. st/ECLA/Conf. 15/L (D1.18). Modificado.

control ambiental que se efectúa de los desechos (en aire, agua, suelo) de la petroquímica.

En el Cuadro 7 se indica el crecimiento de la producción de algunos productos finales de la petroquímica en la región. Aun en el caso de no poder comprobar totalmente en qué medida ha crecido el deterioro ambiental respecto a la producción petroquímica, esta información nos sirve de indicador, sobre todo para regiones como América Latina y el Caribe, donde la petroquímica ha crecido mucho, y donde el control ambiental es casi nulo. Por ejemplo, se ve en el Cuadro 7 que los plásticos han sufrido un aumento en la producción de 7,166% entre 1957 y 1975. Sería difícil conocer cuánto de ese aumento corresponde a un contaminante concreto como el anhídrido sulfuroso (SO₂), o si las emisiones de SO₂ también han aumentado proporcionalmente y se han acumulado en 7,166%. Lo que aquí se pretende es indicar que en cierto orden de magnitud —grande en este caso—, el deterioro ambiental se ha efectuado.⁴³ Una discusión más detallada de los efectos ambientales de la petroquímica en lo que se refiere a recursos y contaminación se obtiene en el Cuadro 8.

El cuadro 8 consiste en un listado de los principales problemas de contaminación generados por la petroquímica. La forma de evaluar el efecto que estos contaminantes imponen sobre el medio ambiente, depende de: 1) concentración del contaminante, 2) duración del estímulo, 3) capacidad del ecosistema de dispersar el contaminante, y capacidad de resiliencia del ecosistema,⁴⁵ 4) otras actividades en el área donde se emite el contaminante, y 5) control ambiental vigente en el ecosistema donde se actúa. Por supuesto, todas estas consideraciones tienen implicaciones ecológicas, económicas, tecnológicas, sociales y políticas, de salud y zonificación industrial. Más aún, lo importante es el conocer las interacciones que se dan entre esas mismas implicaciones.

Un análisis detallado de lo anteriormente mencionado —según el Cuadro 8— sería muy extenso y rebasaría los objetivos del presente estudio. Un aspecto más concreto, tal como el efecto de estos contaminantes en la salud, permitirá quizás tener una idea general de la magnitud e importancia de este tipo de deterioro ambiental. Ese análisis se hace a continuación.

c) Petroquímica y Necesidades Básicas.

Los productos de la industria petroquímica proporcionan actualmente una serie de satisfactores importantes para la sociedad moderna. Cualquier cambio en el volumen de producción de esta industria afectaría ese consumo. De ahí la importancia de analizar la relación del consumo petroquímico con la satisfacción de las necesidades básicas.

Existe diversidad de opinión en lo que se refiere a la definición de lo que son necesidades humanas en sí;⁴⁶ sin embargo, hay un consenso en que las necesidades básicas —o de supervivencia— son: alimentación, salud, y habitación (esta última incluye vestido).

Los productos petroquímicos finales desempeñan un papel muy importante en la satisfacción de estas necesidades básicas de la siguiente manera:

⁴³Szekely, F., La Industria Química y el Medio Ambiente. **ob. cit.**

⁴⁵Resiliencia es la capacidad de un ecosistema de volver a su estado original cuando el estímulo de deterioro ambiental que se le impone se suspende.

⁴⁶Al respecto se recomienda ver las publicaciones de la O.I.T. **ob. cit.** Banco Mundial. **Poverty and Basic Needs.** Washington, Sept. 1980. Fundación Barriloché. **Catástrofe o nueva sociedad. Un modelo mundial latinoamericano.** IDRC, Canadá, 1976.

Necesidad Básica	Producto Petroquímico
1) Alimentación:	Producción de fertilizantes Secado de la cosecha Producción de pesticidas (insecticidas, herbicidas, etc.) Alimento artificial Empacado de alimentos
2) Habitación:	Materiales de construcción Fibras para vestido plásticos detergentes empacado transportación
3) Salud:	Farmacéuticos Material Médico Medicamentos

La intensidad con que estos productos se relacionan a las necesidades básicas de una población, depende del acceso que se tenga al consumo de estos productos. Para América Latina y el Caribe, por ejemplo, sólo un porcentaje de la población puede consumir estos productos;⁴⁷ sin embargo, todos viven en el mismo medio ambiente que de ser afectado tendría un costo social determinado.

Si bien los productos petroquímicos proporcionan estos beneficios, también es cierto (ver la sección anterior) que esto tiene un costo ambiental. De hecho aquí no se pretende tomar una posición entre el uso único de los productos naturales o el de los petroquímicos. Ambos tienen ventajas y desventajas en lo técnico, económico y ambiental. El reducir la industria petroquímica actualmente implicaría el considerar los siguientes factores: 1) si la petroquímica es o no esencial; 2) si es posible satisfacer la demanda de la petroquímica con productos naturales; 3) qué efectos tendría esto sobre economías como las de Brasil, México y Argentina, que ya han invertido en esta industria. Que la industria petroquímica existe, esto es una realidad. Su promoción puede significar un verdadero aporte a la satisfacción de las necesidades humanas si en la definición de éstas se toma en cuenta: 1) la interacción entre la industria y el medio ambiente; y, 2) la participación de la población en la determinación de esas necesidades básicas.

d) Salud.

Cuando los efectos ambientales de una transformación antropocéntrica se traducen en efectos sobre la salud del público en general, los tomadores de decisiones dan especial atención a los problemas causados. En la industria petroquímica primaria los efectos que se imponen en la salud son principalmente en dos ámbitos: la salud ocupacional y la salud pública.

Actualmente se cuenta con evidencia de problemas de salud y petroquímica especialmente en lo que se refiere a los aspectos de contaminación de aire, agua y suelo. Por supuesto, la contaminación que se genera depende del insumo que se utilice para la petroquímica. Aquí nos concentraremos en aquellos efectos en la salud derivados de la producción petroquímica primaria proveniente de los productos de petróleo.

En el Cuadro 9 se identifican los efectos que el contacto, la ingerencia, inhalación o absor-

⁴⁷La CEPAL ha calculado que aproximadamente el 50% de América Latina y el Caribe recibía en 1978 un ingreso per cápita anual de 112 dólares. Este sector social ciertamente no tiene acceso al consumo de los productos de la petroquímica. CEPAL. **Economic Survey of Latin American**. Santiago, Chile, 1979.

ción de los petroquímicos primarios imponen sobre la salud humana. Los estándares que ahí se indican son los correspondientes al ambiente del trabajo. Es decir dentro de las plantas petroquímicas. Los estándares que se proporcionan son aquellas cantidades límites que de excederse en ese período de tiempo representan un riesgo potencial para la salud humana. Por supuesto, los efectos sobre la salud dependerán de la salud inicial de cada individuo; ésta, a su vez, depende de la alimentación, hábitos, descanso, origen socioeconómico y otros factores que caracterizan a ese individuo.

Puede concluirse que la petroquímica primaria puede generar efectos sobre la salud, tales como cáncer. Esto sugiere que las medidas de precaución ambiental se intensifiquen al máximo con el objeto de evitar estos efectos colaterales.

e) Petroquímica, Medio Ambiente y Desarrollo.

Al integrar los conceptos y la información examinados anteriormente, pueden formularse algunas reflexiones de utilidad.

La industria petroquímica contribuye sustancialmente a la producción de una amplia gama de bienes y productos. Estos bienes están relacionados con la satisfacción de las necesidades básicas de las poblaciones, tales como alimentación, **habitat** y salud. Aquellos que tienen acceso a estos productos petroquímicos, elevan de alguna manera su calidad de vida.

El consumo petroquímico, sin embargo, también genera problemas tales como dependencia financiera y tecnología, degradación ambiental, desplazamiento en el uso de ciertos productos naturales y la promoción de un empleo muy selecto (principalmente personal altamente calificado).

Para poder lograr una integración armoniosa entre petroquímica, desarrollo y medio ambiente, habría que considerar una estrategia de desarrollo que contemple: los insumos iniciales fundamentales (gas, petróleo, capital, tecnología, personal preparado), el manejo apropiado del medio ambiente, claridad en la definición "participatoria" de las necesidades básicas de la población y un adecuado uso de recursos naturales a largo plazo.

La naturaleza compleja de la petroquímica básica requiere que su promoción y regulación en América Latina y el Caribe sea efectuada con el marco de referencia logístico y de integración que se ha pretendido proporcionar en este estudio.

CUADRO 8

CONTAMINACION GENERADA POR LA INDUSTRIA PETROQUIMICA BASICA

I. Contaminantes en el aire

i. Contaminantes en el Aire

/ Hidrocarburos	(HC)
/ Monóxido de carbono	(CO)
/ Hidrocarburos clorados	(HCl)
/ Oxidos de nitrógeno	(NO)
/ Partículas	
/ Oxidos de nitrógeno	(NO _x)
/ Partículas	
/ Anhidrido sulfuroso	(SO ₂)
/ Acido sulfídrico	(H ₂ S)

II. Contaminantes en el Agua

- Desechos de petróleo (parafinas, olefinas, nitrilos).
- Sobrantes de reacciones químicas.
- Derrames, y lavado de tanqueros.
- Desechos sanitarios.
- Escurrimientos.
- Químicos orgánicos, metales pesados.
- Sólidos en suspensión.
- Aguas de enfriamiento (altas temperaturas).

III. Contaminación Sensorial

- Ruido.
- Olor.

IV. Contaminación del suelo

- Desechos sólidos.

CUADRO 9

EFECTO DEL DETERIORO AMBIENTAL CAUSADO POR LA PRODUCCION DE PETROQUIMICA PRIMARIOS EN LA SALUD HUMANA^{48 49a}

Producto Petroquímico Primario	Forma de Ingerencia	Efecto en la Salud debidos a Concen- traciones Altas	Standards S. Ocupal (8 horas)
Benceno	Inh, Con, Ing, Abs	Cáncer en ciertas circunstancias. Destruye la médula del hueso	10 ppm
Etileno	Inh, Con,	Irritación de la mucosa	b
Propileno	Inh, Ing	Dermatitis	b
Butadieno	Inh, Con	Irritación de ojos, nariz y garganta	1000 ppm
Metanol	Inh, Ing	Dermatis, mareos	200 ppm
Xilenos	Con, Inh, Ing, Abs	Mareos, vómito	100 ppm
Tolueno	Inh, Con Ing, Abs Ing, Abs	Irritación piel y conjuntiva	100 ppm

⁴⁷NIOSH/OSHA. **Chemical Hazards.** U.S. Department of Health, Education, and Welfare. September 1978.

^aInh = inhalación
 Con = contacto
 Ing = ingerencia
 Abs = absorción de la piel

^bProduce asfixia

⁴⁸NIOSH/OSHA. **Chemical Hazards.** U.S. Department of Health, Education, and Welfare. September 1978.

⁴⁹American Conference of Governmental Industrial Hygienists. **Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Work-room Environmental with Intended Changes for 1980.** Cincinnati, 1980.