

Coloquio  
*ENERGÍA, REFORMAS INSTITUCIONALES Y DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA*  
5, 6 y 7 noviembre 2003

Organizado por:  
Université Pierre Mendès France de Grenoble (UPMF)  
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

---

Ponencia preparada para:

*Sesión C: ¿Qué nuevas estructuras de gobierno para empresas petroleras eficaces?*

Liberación y privatización no son una garantía de eficacia de las empresas petroleras y pueden incluso obstaculizar la coordinación de la investigación y desarrollo tecnológico y los progresos tecnológicos de la industria. En esta sesión se confrontarán diferentes experiencias de estrategias de empresas nacionales con el fin de sacar lecciones para América Latina.

Ponentes:

---

*Transformación de las relaciones entre PEMEX y el IMP:  
La experiencia de innovación tecnológica de los catalizadores*

*Dr. Jaime Aboites Aguilar (UAM Xochimilco, Producción Económica)*

*Mto. Tomás Beltrán Oviedo (IMP, Competencia de Catálisis)*

*Dra. Patricia Pérez Romo (IMP, Ingeniería Molecular)*

*Mto. Manuel Soria López (UAM Xochimilco, Producción Económica)*

## Introducción

A finales de los años noventa se registró una profunda inflexión institucional en la relación entre el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP, 1965)<sup>1</sup> y Petróleos Mexicanos (PEMEX, 1938). Implicó un cambio en la forma de concebir la actividad en investigación y desarrollo tecnológico, la capacidad inventiva y, en general, la comercialización de las innovaciones del IMP. El contexto de esta transformación es la apertura comercial en el marco de acuerdos internacionales (TLCAN, 1994; OMC, 1995). Se inicia un periodo de transición institucional de las organizaciones públicas, caracterizado por la orientación hacia el mercado de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, aunadas a las ya existentes de servicio (Cohen, 1999; Rath, 1998; Rush Et.al., 1996).

Este ensayo tiene por objetivo analizar la relación tecnológica entre PEMEX Refinación y el IMP a través de la experiencia de los catalizadores para refinar combustibles. Se compone de tres secciones y al final, de una serie de conclusiones. La *primera sección* aborda la red de relaciones entre PEMEX Refinación y el IMP, en especial, como se organiza el negocio de catalizadores y cuales son las fuentes de financiamiento de la investigación y desarrollo tecnológico. La *segunda sección* se centra en los vínculos institucionales entre el IMP y el Gobierno Federal, particularmente, las formas de gobierno, las funciones sustantivas del IMP y su autonomía fiscal. La *tercera sección* aborda el cambio en la demanda de catalizadores por parte de PEMEX Refinación, en especial, las implicaciones sobre las estrategias tecnológicas del IMP.

---

<sup>1</sup> Decreto de Creación del IMP, D.O.F., Agosto, 1965. Casi tres décadas después de la fundación de PEMEX al final de los años treinta, en la década de los sesenta del siglo pasado, el IMP surgió a la par de otros institutos públicos de investigación en diferentes sectores de actividad en América Latina y algunos países más del mundo con menor desarrollo. Todos se fundaron emulando las instituciones del tipo en los países desarrollados, algunos de los cuales, inclusive, comenzaron a operar desde más de un siglo antes. En estos, las sus principales funciones han sido, hasta la actualidad: i) Servicios técnicos y tecnológicos para la industria, ii) Investigación básica y/o aplicada complementaria a la investigación y desarrollo tecnológico en las empresas, iii) Participación en la formación de recursos humanos (Rath, 1998; Rush Et.al., 1996; Soria, 2003b).

## ***I. La red de relaciones entre PEMEX Refinación y el IMP***

El propósito de esta primera sección es analizar como se organizan las relaciones del negocio de los catalizadores entre PEMEX Refinación y el Área de Catálisis del IMP. Se divide en dos apartados. El primero refiere a los términos de compra de catalizadores IMP por parte de PEMEX-Refinación, que se modificaron sensiblemente desde los principios de la actual década. El segundo esclarece cómo cambió el *financiamiento* canalizado por PEMEX al IMP para desarrollar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en nuevos catalizadores o mejoras de los existentes.

### *1. La compra de catalizadores IMP por PEMEX-Refinación*

A diferencia de las últimas dos décadas, actualmente, la venta de un catalizador a PEMEX debe estar acompañada de la *prueba industrial*<sup>2</sup>. Esto no lo puede realizar por sí solo el IMP. Contraviene la tradición comercial anterior, basada en la asignación directa de contratos. El nuevo arreglo comercial proviene de la política de apertura al mercado mundial de la economía mexicana. Institucionalmente, implica optar por una aplicación plena de la figura de la licitación internacional de los contratos de obra pública (Ley de Obras Públicas, 1993, 2000). Especialmente, los contratos de las empresas públicas e institutos de investigación del sector energético.

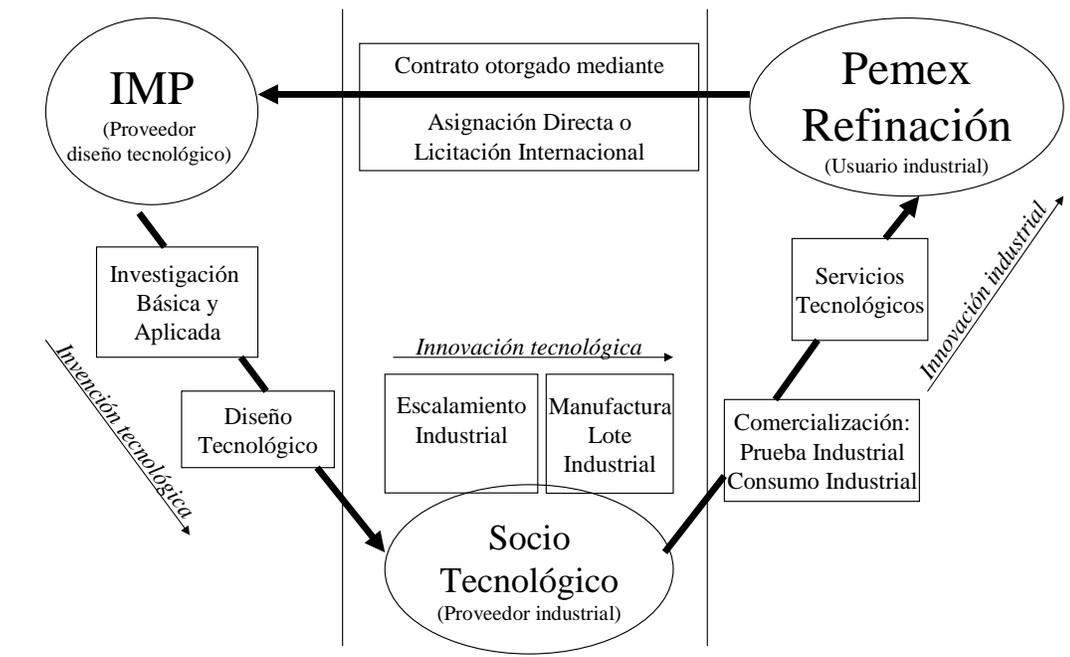
En efecto, hasta principios del nuevo milenio, la innovación tecnológica de catalizadores en México se organiza en forma de una Red de dos proveedores y un usuario (Aboites, Beltrán, Domínguez, 2003; 6,7; Soria, 2003a). Estos tres agentes innovadores (*Diagrama 1*), son:

---

<sup>2</sup> La prueba industrial consiste en fabricar un nuevo catalizador por toneladas para probarlo en una planta de una refinería. Esta prueba determina si la innovación tecnológica es exitosa o no en términos productivos y económicos.

### Diagrama 1

Red de invención e innovación de los catalizadores en México, 2002



Fuente: Elaboración propia a partir de IMP, 1998a; Aboites, Beltrán y Domínguez, 2003.

#### A. Usuario:

- a) El proceso de la innovación comienza cuando PEMEX Refinación define las características específicas de los catalizadores para cada unidad de proceso, dadas las: i) condiciones y limitaciones de operación de las plantas de refinación; ii) propiedades de las cargas de los crudos alimentados; iii) requerimientos mínimos de rendimiento y calidad de los productos.
- b) La adquisición del catalizador se realiza mediante un contrato, que puede ser por adjudicación directa o fruto de un proceso de licitación entre las empresas proveedoras acreditadas en el mercado internacional (*Diagrama 1*), incluyendo las empresas con las que el IMP se encuentra asociado.
- c) El ciclo de la innovación se completa cuando PEMEX Refinación realiza el *consumo industrial* del catalizador (*Diagrama 1*).

*B. Proveedores:*

- a) La etapa de la *invención* tecnológica corresponde al IMP. A partir de sus actividades de investigación básica y aplicada es el proveedor del diseño tecnológico del catalizador (*Diagrama 1*). Transfiere su tecnología al Socio Tecnológico respectivo mediante un contrato.
- b) La etapa de la *innovación* tecnológica se deriva de una alianza contractual entre el IMP y un Socio Tecnológico. Éste actúa como el proveedor del catalizador al escalar y producirlo industrialmente (*Diagrama 1*). Su compromiso es manufacturar el lote industrial del catalizador “oportunamente y con la calidad establecida para los catalizadores en cuestión” (IMP, 1998).
- c) La *innovación* industrial es la fase comercial del catalizador. La comercialización inicia sólo si la *prueba industrial* en la planta seleccionada por el usuario es exitosa (*Diagrama 1*). De serlo, el consumo industrial del catalizador implica: i) la manufactura de los lotes industriales subsiguientes por el socio tecnológico; y, ii) la contratación de los servicios tecnológicos del IMP para supervisar la actividad del catalizador en la planta respectiva.

Entonces, el desarrollo de catalizadores del IMP para PEMEX Refinación se encuentra segmentado en dos partes:

- i) El desarrollo del diseño tecnológico se *inventa* en México;
- ii) La compra de *materiales catalíticos básicos* para el diseño tecnológico, así como el *escalamiento tecnológico* al nivel industrial y la *manufactura* del catalizador, se realizan en el extranjero.

En este sentido, el Área de Catálisis del IMP forma parte de una Red de Innovación Internacional (R. Barré, 1996), que implica la interacción del Sistema Nacional de Innovación de México –en su segmento de catálisis- con los Sistemas Nacionales de Innovación de los países industrializados a los que pertenecen los Socios Tecnológicos. El tipo de interacción específica es la de *adaptación local*. En efecto:

- i) El papel del IMP es *desarrollar diseños tecnológicos de catalizadores* a partir de su aprendizaje basado en la asimilación de los diseños formulados por las empresas extranjeras.
- ii) Su contribución consiste en *adaptar el diseño tecnológico del catalizador* a la especificidad de los crudos, plantas y condiciones económicas de PEMEX Refinación.
- iii) La *mejora* realizada por el IMP consiste en una *innovación incremental*, ya que su diseño tecnológico aumenta la actividad, estabilidad y selectividad del catalizador.

Sin embargo, la situación anterior ha convertido al Área de Catálisis del IMP en una especie de “maquilador” de investigación aplicada y básica. La relación entre el IMP y los socios tecnológicos se ha trocado en una relación desigual en términos de los beneficios derivados de la innovación tecnológica en el mercado (Aboites, Beltrán, Domínguez, 2003; 6,7; Soria, 2003a). La relación desigual consiste en lo siguiente:

- i) Una vez fabricado el catalizador, la *Empresa Extranjera (socio tecnológico)* lo entrega directamente a PEMEX Refinación. Recibe vía facturación las ganancias derivadas de la manufactura del catalizador –basado en el diseño tecnológico transferido por el IMP.
- ii) El *Instituto Mexicano del Petróleo* sólo recibe regalías derivadas del diseño del catalizador. La forma de organización del actual esquema no le permite participar de las ganancias derivadas de la *manufactura* del catalizador.
- iii) El beneficio que recibe *PEMEX Refinación* consiste en como el aumento de la actividad, estabilidad y selectividad del catalizador diseñado por el IMP y manufacturado por el socio tecnológico se traduce en ahorro de energía y mantenimiento de la planta, así como en un aumento en el rendimiento y calidad del producto fabricado.

## 2. El financiamiento de la investigación y desarrollo tecnológico por PEMEX

La problemática anterior entre los tres agentes de la innovación -cómo los beneficios derivados del esquema de incentivos, está asociado a cierta forma de organizar la innovación tecnológica-, no es la única a considerar. También, se concretaron cambios importantes en el esquema de financiamiento de la investigación y desarrollo tecnológico de catalizadores proveniente de PEMEX Refinación (Soria, 2003b).

En efecto, el financiamiento directo a determinados proyectos de investigación y desarrollo tecnológico para generar nuevos catalizadores o mejoras de los existentes, fue disminuyendo, hasta darse por terminado (1998). Desde finales de los ochenta, PEMEX Refinación a través de la Gerencia de Investigación y Desarrollo Tecnológico<sup>3</sup> suministraba los recursos financieros necesarios para desarrollar aquellos proyectos que eran de su interés (Cuadro 1). Actualmente, el IMP financia sin recursos de PEMEX refinación la investigación en catalizadores.

Cuadro 1

Margen de beneficio en el Área de Catalizadores del IMP, 1997 y 2001

<i>Fuente Ingresos</i>	<i>Concepto</i>	<i>Ingresos 1997</i>	<i>Egresos 1997</i>	<i>Margen de Beneficio 1997</i>
PEMEX	Investigación aplicada	8.92	9.92	-1
	Desarrollo Tecnológico	23.2	19.75	3.45
IMP	Servicio Tecnológico	8.36	3.2	5.16
	Servicio Técnico	4.94	4.07	0.87
	Venta de catalizadores	5.05	3.26	1.79
Total		50.47	40.2	10.27
<i>Fuente Ingresos</i>	<i>Concepto</i>	<i>Ingresos 2001</i>	<i>Egresos 2001</i>	<i>Margen de Beneficio 2001</i>
PEMEX	Investigación aplicada	0	34.59	-34.59
	Desarrollo Tecnológico	0	79.66	-79.66
IMP	Servicio Tecnológico	12.41	6.09	6.32
	Servicio Técnico	3.25	1.56	1.69
	Venta de catalizadores	12.82	8.63	4.19
Total		28.48	130.53	-102.05

Fuente: Aboites, Beltrán y Domínguez, 2003.

<sup>3</sup> La GIDT ha desaparecido de la estructura organizacional de PEMEX Refinación (2003). Los funcionarios que la dirigieron pasaron a retiro. Nuevos funcionarios fueron reclutados dentro de PEMEX Refinación. La mayor parte del personal restante de GIDT se incorporó a la Gerencia de Ingeniería de Procesos. Actualmente, esta Gerencia está involucrada en la planeación de la reconfiguración industrial y tecnológica de las plantas de PEMEX Refinación (Soria, 2003a).

El financiamiento de PEMEX Refinación a los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico del IMP tenía como elemento estratégico, el hecho de poder *asegurar la evaluación industrial* del catalizador. En efecto, el personal de PEMEX que supervisaba las actividades de investigación y desarrollo tecnológico contribuía a que el desarrollo fuese competitivo comparado con los catalizadores de las compañías trasnacionales. Esta característica de competitividad tenía como base un factor inventivo e innovativo de tipo incremental.<sup>4</sup> La estrategia tecnológica consistía en producir un catalizador que no existía todavía en el mercado, con características muy específicas al operar en planta.

Es decir, dado que PEMEX Refinación ya había invertido para su desarrollo desde su inicio, estaba interesado en realizar esta prueba. Institucionalmente, lo anterior permitía que PEMEX Refinación realizar la transacción por medio de la asignación directa. Esto constituía una relación de cooperación entre PEMEX y el IMP. Al demandar, guiaba el proceso de la invención a crear un catalizador ajustado a ciertas restricciones técnicas y desempeño económico en planta. Para mejorar esto, financiaba el proceso de investigación aplicada y cooperaba con la actividad de planta para la prueba industrial. Así, el IMP podía consumir la evaluación industrial de sus catalizadores una vez desarrollados.

Sin embargo, esta relación tecnológica se ha ido fracturando en los últimos años, tanto por cambios en el entorno, como por las nuevas estrategias de los agentes de la innovación de catalizadores (Aboites, Beltrán, Domínguez, 2003; 6,7; Soria, 2003a). Una respuesta particular en el Área de Catálisis, fue la formación de un espacio de reflexión, análisis y proyección denominado Grupo Catálisis (2001). Éste, a su vez, contribuyó en la formulación de un Plan de Negocios de Catalizadores (2003). En este, se proyecta la participación de mercado del IMP, replanteando el negocio de catalizadores en las nuevas condiciones económicas y tecnológicas, globales y nacionales, de la industria y el mercado del petróleo.

---

<sup>4</sup> Las patentes sobre catalizadores del IMP entre 1972 y 2000 en México sumaron 163 registros de solicitud. Las patentes indican, por una parte, las innovaciones de tecnologías comercializadas mediante contratos de transferencia y que suman alrededor de 30 patentes concedidas -sobre catalizadores y procesos para su preparación. Por otra parte, la mayor porción de estas patentes no se han explotado, simplemente, se han acumulado a las capacidades tecnológicas del IMP en la forma de conocimiento explícito (Soria, 2003<sup>a</sup>).

La respuesta de PEMEX Refinación ha sido la elaboración del *Plan de Negocios PEMEX Refinación 2002-2010* (PEMEX, 2002). En este, la empresa pública afirma que la industria petrolera internacional ha experimentado una transformación de fondo al modificarse la estructura de la industria, sus formas de operación y el enfoque de hacer negocios. Ha prevalecido una mayor competencia entre los participantes.<sup>5</sup> Este Plan de Negocios define estrategias cuya aplicación implicará mejorar considerable e integralmente el desempeño de la empresa. Las iniciativas contemplan un programa de inversión para consolidar la infraestructura a partir de: i) la reconfiguración industria y tecnológica de las refinerías; ii) la mejora de la calidad ambiental de los combustibles; iii) la ampliación de la capacidad de refinación; iv) y, la modernización y ampliación de los sistemas de almacenamiento y distribución. Los principales retos están asociados a cambios institucionales más profundos, el cierre de brechas operativas respecto a estándares internacionales y la capacidad para satisfacer la demanda nacional de combustibles con calidad internacional.

## ***II. Los vínculos institucionales entre el IMP y el Gobierno Federal***

La finalidad de esta segunda sección es estudiar la relación institucional entre el IMP y el Gobierno Federal. Tres cambios institucionales muy concretos se abordan en esta sección: i) Ciencia y tecnología; ii) La organización de la estructura de gobierno y funciones del IMP; iii) Autonomía fiscal del IMP.

---

<sup>5</sup> Esto ha generado fusiones y adquisiciones, así como alianzas para la realización de actividades específicas y temporales. La búsqueda de contratos de suministro de largo plazo de crudo se ha vuelto esencial, así como la evolución de la capacidad de refinación hacia configuraciones más complejas y el desarrollo de productos con especificaciones de calidad más estrictas (PEMEX, 2002).

### *1. La Ley de Ciencia y Tecnología (1999, 2002)*

La actual Ley de Ciencia y Tecnología (1999, 2002) tiene instituida la figura de Centros Públicos de Investigación. Su objeto es dual: i) investigar para desarrollar tecnología cuya venta a través del mercado produzca beneficios; e, ii) impartir docencia al nivel de posgrado.

Efectivamente, el titular del CONACYT anunció -desde el 2001-, que habría cambios en la forma de organizar y de obtener financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico.<sup>6</sup> Esta actividad no podría ser financiada completamente por el Gobierno Federal. La política del gobierno actual considera posible hacer de la tecnología un negocio. Los investigadores y empresarios mexicanos pueden obtener ganancias de la aplicación científica. Desde esta visión considera que el concepto de “libertad de investigación” tendría que replantearse en México.<sup>7</sup>

### *2. Estructura de gobierno y funciones del IMP*

El cambio institucional (2001),<sup>8</sup> tiene por finalidad reorganizar la estructura de gobierno y de orientar las funciones del IMP principalmente hacia el mercado, y en parte, también a la docencia. En efecto, se delimita con precisión la estructura de gobierno del IMP que consiste en: a) Consejo Directivo; b) Dirección General, c) Consejo Consultivo, d) Comité de Vigilancia, a partir de la cual se establece, a su vez, un determinado arreglo organizacional. Asimismo, abre nuevas oportunidades al IMP para reposicionarse en el mercado de catalizadores. Actualmente, el Instituto tiene por objeto: a) Realizar investigación básica y aplicada. b) Comercializar sus productos, proyectos y servicios; c) Impartir educación de posgrado.

---

<sup>6</sup> Véase la entrevista realizada por C. Herrera B. de *La Jornada*, al Director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Ing. Jaime Parada, el Lunes 26 de Febrero de 2001. Su origen y actividad empresarial rompe con el perfil de anteriores directores del CONACYT, provenientes del ámbito académico de las ciencias duras.

<sup>7</sup> En su origen, el nuevo modelo consistía en que el Gobierno Federal definiría los temas prioritarios de investigación y desarrollo tecnológico tomando como base las necesidades sociales. Posteriormente, se someterían a concurso los recursos financieros. El objetivo era “alinearse la capacidad intelectual a la demanda”. El nuevo modelo -se aseguraba-, va encaminado a que México deje de ser espectador y se convierta en actor. El país no sería una potencia del conocimiento, pero, podría avanzar concentrándose en determinadas áreas de oportunidad como: software, automotriz, biotecnología y energía. Se trata, pues, de que los científicos y tecnólogos mexicanos aprovechen esta nueva visión para obtener más recursos a través de consultorías y proyectos con la empresa. Ing. Jaime Parada, Director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

<sup>8</sup> Secretaría de Gobernación (Octubre 30, 2001), Diario Oficial de la Federación, “Decreto por el que se modifica el diverso por el que se creó el Instituto Mexicano del Petróleo”, México, p10-14.

Con base en el cambio institucional descrito, el Instituto ha modificado completamente su estructura formal de organización (2000-2002).<sup>9</sup> Ésta se encuentra orientada hacia el mercado a partir de sus actividades de investigación, tecnología, servicios y docencia. Se trata de producir conocimiento tecnológico, servicios y recursos humanos adecuados a las necesidades de la industria del petróleo, y, que esto derive, a su vez, en beneficio económico para el Instituto a través del mercado.

En términos conceptuales, la nueva estructura de organización se constituye de cuatro grandes “plataformas”: i) Investigación, ii) Soluciones, iii) Atención al Cliente, iv) Competencias. Estas plataformas, a su vez, contemplan los siguientes segmentos organizacionales: i) Direcciones Corporativas; ii) Direcciones Técnicas para Soluciones; iii) Programas de Investigación; iv) Programas Estratégicos; v) Programas de Posgrado.

El “Proyecto” es la categoría organizacional en la que se realizan las actividades concretas. Estos contemplan la participación de diversos agentes, con diferentes habilidades, de los distintos niveles de la organización. Dos son las principales categorías de proyectos: i) investigación, ii) solución al cliente. Se trata, con base en la producción de conocimiento, de resolver problemas de investigación o de la industria, a través de proyectos específicos mediante una participación multi disciplinar y multi organizacional.

Finalmente, para poder operar adecuadamente en el campo de los negocios, como es una organización pública, el IMP ha negociado institucionalmente una mayor autonomía fiscal. En efecto, mediante el Convenio de Desempeño con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2000), se estableció un acuerdo que otorga mayores grados de libertad para la organización financiera y organizativa del IMP. Asimismo, como Centro Público de investigación el IMP tendría, eventualmente, acceso a los programas federales de financiamiento (Secretaría de Energía y CONACYT) para proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, donde se incluya el tema de catálisis.

---

<sup>9</sup> Ver: Gaceta del IMP, 2000; IMP-DEPDI (2000), *Manual general de organización del IMP*, IMP-DEPDI-GDI, México, 114p

### ***III. Cambio en la demanda de catalizadores por PEMEX Refinación***

El objeto de esta tercera sección es discutir los principales cambios en la demanda de catalizadores por PEMEX Refinación, particularmente como implican un replanteamiento de las estrategias tecnológicas. Contempla tres apartados:

- i) El aumento en el procesamiento de crudos pesados en México.
- ii) El reforzamiento de las medidas para proteger el medio ambiente.
- iii) La reconfiguración de refinerías.

#### *1. El aumento del crudo pesado y del fondo de barril en PEMEX Refinación*

La exportación acapara los mejores crudos, mientras los más pesados se quedan en México. Además, está el problema de procesar el fondo de barril, que en algunos casos puede llegar a representar hasta un 40 por ciento. De hecho, la reconfiguración de cuatro refinerías y la instalación de plantas de hidrodeseintegración de residuales se explican por este cambio en la naturaleza del crudo y su procesamiento. Así, el procesamiento de crudos pesados y residuales se ha convertido en un elemento central de la actual estrategia tecnológica de PEMEX Refinación. En el caso del IMP, existe todo un *Programa de Investigación* específico –denominado *Tratamiento de Crudo Maya-*, cuya finalidad es investigar y conocer acerca de la naturaleza y alternativas de su procesamiento.

#### *2. El reforzamiento de la protección al medio ambiente*

Asimismo, desde mediados de los noventa el Gobierno Federal asumió una más decidida acción en la protección del medio ambiente en México. Se reforzaron las regulaciones institucionales respectivas y se redujeron los niveles permisibles de contaminantes en los combustibles. En este sentido, la estrategia tecnológica actual de PEMEX se dirige a la producción de combustibles cada vez más “limpios”. En especial, materias primas ligeras, la oxigenación de gasolinas y la disminución del contenido de azufre en el diesel. Combustibles más limpios, a su vez, exigen mejoras en los procesos y nuevas generaciones de catalizadores. Esto hace aumentar el esfuerzo de la investigación en materiales de soporte y catalíticos.

Antes de la década de los setenta, en México no existían regulaciones institucionales de protección ambiental dirigidas a controlar las emisiones contaminantes producto de la combustión de gasolina y diesel en vehículos y fuentes industriales (INE, 1995). Las primeras regulaciones ambientales estaban contenidas en la *Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental* (1971). Sin embargo, leyes ambientales para disminuir las emisiones contaminantes (González, 1997), entraron en vigor hasta el final de los ochenta (1988). Normas más estrictas sobre la composición de gasolina se instituyeron sólo hasta mediados de los noventa (1994 y 1996).<sup>10</sup>

La tecnología de catalizadores contribuye sustancialmente al cumplimiento –por parte de productores y consumidores de combustibles-, de las regulaciones ambientales cada vez más estrictas. Las principales estrategias tecnológicas basadas en catalizadores giran en torno a la naturaleza técnica de los procesos: i) La limpieza de los crudos del petróleo removiendo el azufre mediante catalizadores de Hidrodesulfuración; ii) El control de emisiones de la combustión fabricando gasolina de calidad mediante catalizadores FCC y Reformación de nafta; iii) El procesamiento de residuales del crudo pesado mediante catalizadores HOIL.

### *3. La reconfiguración de refinerías de PEMEX*

La reconfiguración de refinerías de PEMEX tiene por objetivo aumentar la calidad ambiental y la cantidad de combustibles producidos en México. Para lograr lo anterior destacan, tanto la reconfiguración de decenas de plantas en cuatro de las seis refinerías del sistema (1998 a 2003), así como, la instalación de una nueva planta de hidrodeseintegración de residuales en Tula.

<sup>11</sup> Actualmente (2003), esta planta por sí sola, constituye el segundo segmento más grande de la demanda de todos los catalizadores, y no sólo de los de hidrodeseintegración (H-Oil). Este hecho ha reestructurado por tipo de catalizador, las cuotas de mercado del IMP respecto de las empresas extranjeras.

---

<sup>10</sup> La Norma Oficial Mexicana: 086-INE-1994 establece estándares ambientales y tecnológicos que deben reunir los combustibles derivados del petróleo. La Norma Oficial Mexicana: 041-ECOL-1996 establece límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de vehículos que utilizan gasolina (INE, 1995; López y Schifter, 1997).

<sup>11</sup> La nueva planta en Tula tiene una capacidad de 3,276 toneladas al año.

En efecto, anteriormente, el mercado de catalizadores en México estaba dominado por los catalizadores de desintegración catalítica (FCC), con más del 50 por ciento de la demanda total. En estos, el IMP había alcanzado cierto grado de especialización y una significativa penetración de mercado. Ésta alcanzó en 2001 el 95 por ciento de las plantas FCC de PEMEX Refinación.<sup>12</sup> Sin embargo, al momento de introducir la planta para hidrodesintegrar residuales (1998),<sup>13</sup> se redujo la cuota porcentual de los catalizadores FCC, del 53 al 39 por ciento. Al mismo tiempo, los de hidrodesintegración aumentaron de 13 a 41 por ciento de la demanda total. Como el IMP no tiene catalizadores comercializados en este tipo de proceso su cuota de mercado en la industria de la refinación de México se redujo sensiblemente<sup>14</sup>.

Sin embargo, la estrategia tecnológica de integrar al sistema de PEMEX-Refinación plantas para hidrodesintegrar crudos pesados y tratar el fondo de barril no se ha desarrollado plenamente.<sup>15</sup> Las otras estrategias de PEMEX Refinación contemplan, en las futuras reconfiguraciones, integrar nuevas plantas de otros procesos: i) hidrodesulfuración, ii) reformación, y, iii) FCC; sin incluir nuevas plantas de HOIL. Otra posible fuente de incremento de la demanda de catalizadores diversos, sería la construcción de una nueva refinería.

La estrategia de innovación en el área de catálisis por el IMP para PEMEX Refinación, tendrá que orientarse a poder alcanzar especificaciones ambientales muy severas a partir de 2006. En el caso del diesel, a pesar de la reconfiguración realizada por PEMEX, las unidades de

---

<sup>12</sup> Es importante explicar por que PEMEX incrementa la presencia de catalizadores IMP a pesar que no permitía nuevas pruebas industriales. La causa de este comportamiento lo constituye la inercia iniciada años atrás en la aplicación de catalizadores IMP para FCC ganando la confianza de las refinerías pero sin mostrar nuevos desarrollos.

<sup>13</sup> Este tipo de unidades registra permanentemente paros en la operación de la planta debido a la alta formación de sedimentos que bloquean los equipos corriente abajo. De ahí que la demanda real de estas unidades pueda cambiar de un año a otro. Además PEMEX esta buscando alternativas para aprovechar de mejor manera estas unidades. Desde luego dentro de estas alternativas se encuentra el desarrollo de nuevos catalizadores, aunque también se contemplan los cambios radicales en el proceso y las corrientes a tratar como en el estudio de crudo sintético.

<sup>14</sup> Debido a los cambios de políticas PEMEX-IMP antes explicados la penetración de catalizadores de hidrodesintegración IMP se vio retrasada considerablemente.

<sup>15</sup> Una razón para integrar la planta HOIL en Tula -que arrancó en 1998, pero que fue construida entre 1996 y 1998), tiene que ver con la idea de producir más combustóleo, el principal insumo para generar electricidad por vía hidrotérmica.

purificación de combustibles (Hidrodesulfuración primordialmente) no podrán alcanzar estas especificaciones a través de tecnologías convencionales de catalizadores.<sup>16</sup>

Cuadro 2  
Estructura de la demanda de catalizadores por parte de PEMEX refinación, 2003-2010  
*Porcentaje*

Tipo de catalizador	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1 FCC	49.1	49.1	54.3	54.3	38.4	38.4	38.4	38.0
2 HOIL	42.4	42.4	36.7	36.7	25.9	25.9	25.9	25.6
3 Hidrodesulfuración	4.2	4.2	5.1	5.1	32.8	32.8	32.8	33.7
4 Reformación de nafta	4.3	4.3	3.8	3.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: Aboites, Beltrán y Dominguez, 2003.

Ante esta situación de la industria, el IMP proyecta el siguiente crecimiento de la demanda de catalizadores durante la presente década (Ver Cuadro 2; de 2003 a 2010):

- i) El proceso de hidrodesintegración, que representa dos quintos del mercado actual (2003), se reducirá a un cuarto del mercado futuro (2010);
- ii) Los catalizadores FCC dan cuenta de la mitad del mercado (2003) y descenderán relativamente hasta participar con poco más de la tercera parte del mercado futuro (2010); y,
- iii) La Hidrodesulfuración representa actualmente menos de la veinteva parte, pero crecerá hasta constituir la tercera parte del mercado futuro (2010).
- iv) La oportunidad tecnológica del IMP estará asociada a los catalizadores de Hidrodesulfuración y desintegración catalítica (FCC).
- v) Es probable que las empresas extranjeras mantengan el control sobre el catalizador para hidrodesintegrar residuales.

<sup>16</sup> Normas muy estrictas se comienzan a implantar en EUA actualmente. Después, se difundirán en todo el mundo, incluyendo México por supuesto. Esto es importante, pues, algunas refinerías de EUA no podrán cumplir con la Norma de 30ppm en diesel. Si no lo hacen así entre 2006 y 2008, tendrán que terminar sus operaciones. El reto en este sentido lo constituye el hecho de ofrecer tecnologías que ofrezcan que los refinadores sigan siendo competitivos y sobre todo rentables. Dado que las tecnologías existentes, para la limpieza de combustibles sobretodo, implican inversiones que están fuera del alcance de muchos de los refinadores convencionales de EUA.

#### *IV. Conclusiones*

En síntesis el entramado institucional donde había surgido y se había desarrollado la investigación y desarrollo tecnológico sobre catalizadores en el IMP desde su fundación, se reestructuró profundamente a final de los noventa. Dos factores de cambio sobresalen, los vínculos institucionales del IMP con PEMEX y el Gobierno Federal.

*Por una parte*, se modifican los vínculos institucionales entre el IMP y el Gobierno Federal. El instituto obtuvo más autonomía de gobierno, aunque, también, un menor subsidio federal. Este no es un fenómeno particular del IMP, sino que formó parte de la transformación institucional del CONACYT (2002) y de los principales centros públicos de investigación del sector energético.<sup>17</sup>

En efecto, el cambio institucional en el IMP: i) Reorganizó la estructura de gobierno del IMP; ii) Le concedió una mayor autonomía fiscal como Centro Público; iii) Finalmente, se orientaron sus funciones hacia el mercado y la docencia. Actualmente, el Instituto tiene por objeto: a) Realizar investigación básica y aplicada. b) Comercializar sus productos, proyectos y servicios; c) Impartir educación de posgrado. Estas tres funciones del IMP hacen más compleja su interacción organizacional. Queda para el debate cuál es el propósito central del IMP.

Asimismo, en este contexto institucional, el IMP inició en un profundo cambio de su estructura y procesos organizacionales caracterizados por el trabajo de equipos multidisciplinarios en proyectos de investigación o solución tecnológica específicos orientados hacia el mercado y la industria petrolera (2000-2003).

*Por otra parte*, las relaciones entre PEMEX Refinación y el IMP se modificaron por la influencia de la política de apertura al mercado mundial de la economía mexicana. Dos son las principales modificaciones de este vínculo.

---

<sup>17</sup> Por ejemplo, el Instituto de Investigaciones Eléctricas (2001), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2001) y el Instituto Nacional de Energía Nuclear.

En primer lugar, cambió la demanda de catalizadores por parte de PEMEX Refinación, con lo cual se afectó, tanto la cuota de mercado del IMP como su estrategia tecnológica en el Área de Catalizadores. Tres elementos explican estos cambios: i) Aumentó el procesamiento de crudo pesado y del fondo de barril en las refinerías de PEMEX. ii) Se reforzaron las medidas para proteger el medio ambiente, mediante la producción de combustibles “limpios”. iii) PEMEX se encuentra en un proceso de reconfiguración de refinerías. Destaca especialmente, la instalación de la planta para hidrodeseintegrar residuales en Tula. Por lo anterior, el mercado de catalizadores en México, antes dominado por los catalizadores FCC del IMP, ahora contiene otro segmento muy importante -el proceso de hidrodeseintegración de residuales-, dominado por empresas extranjeras.

En segundo lugar, en la compra de catalizadores IMP por PEMEX-Refinación se ha ido abandonando la relación comercial anterior, basada en la asignación directa de contratos. Se instituyó un nuevo arreglo comercial basado en licitar mundialmente los contratos de catalizadores. Además, también se canceló el financiamiento canalizado por PEMEX al IMP para investigación y desarrollo tecnológico en catalizadores. Con esto, se desquebrajó el esquema de producción de las innovaciones de catalizadores establecido desde la década de los setenta entre el IMP, sus Socios Tecnológicos y PEMEX Refinación.

Actualmente, el IMP financia sin recursos de PEMEX la investigación y tiene que competir directamente en el mercado con las empresas extranjeras. A la vez, necesita asociarse bajo determinado esquema con alguna de éstas para poder fabricar catalizadores. Para toda esta situación tan compleja, el IMP ha diseñado una nueva estrategia tecnológica que aplica en el marco de un *Plan de Negocios*, donde buscará replantear a la luz de las nuevas condiciones su negocio de catalizadores (2003).

### **Bibliografía**

- Aboites, A., J., Beltrán O., T. y J. M. Domínguez E. (2003), *Innovación y Catálisis en el IMP, Retrospectiva y Retos*, IMP, México, 2003 (en prensa).
- Aboites, A., J. y M. Soria L. (1999), *Innovación, Propiedad intelectual y estrategias tecnológicas, La experiencia de la economía mexicana*, Miguel Angel Porrúa y UAM Xochimilco, México, 191p.
- Bell, F. y B. Bourgeois (1999), “Innovation direction and persistence within industry: the refining industry processes case”, presentado en European Meeting on Applied Evolutionary Economics, Grenoble, France, junio 7-9, 1999, 22p.
- Cohen, L., Duberley, J. y J. McAuley (1999\*), “Fuelling discovery or monitoring productivity: research scientist’s changing perceptions of management”, *Organization*, Volume 6(3), UK, USA and India, 473-497.
- Gonard, T. (1999), “The process of change in relationships between public research and industry: two case studies from France”, *R & D Management* 29, 2, UK-USA, 143-152.
- IMP (1998a), “Panorama actual del área de catalizadores del IMP. Análisis retrospectivo y prospectivo de la línea de negocios de catalizadores del IMP”, Subdirección de Transformación Industrial, Abril, 134p.
- IMP (1998b), “Línea de investigación y desarrollo en catalizadores”, Subdirección de Transformación Industrial, Octubre, 62p.
- IMP-DEPDI (2000), *Manual general de organización del IMP*, IMP-DEPDI-GDI, México, 114p
- Lawton S., H. (1997), “Adjusting the roles of national laboratories: some comparisons between UK, French and Belgian institutions”, *R & D Management* 27, 4, UK-USA, 319-331.
- PEMEX (2002), *Plan de Negocios de PEMEX Refinación 2002-2010*, México.
- Rath, A. (1998), *Towards greater effectiveness of industrial research institutions: some tools and trends*, New Age International (P) Limited, Publishers, India, pp100.
- Rush, H., Arnold, E., Bessant, J., Hobday, M. y R. Murray (1996), *Technology Institutes: strategies for best practice*, International Thomson Business Press, London, pp207.
- Rush, H., Arnold, E., Bessant, J. y M. Hobday (1998), “Strategic planning in research and technology institutes” *R & D Management* 28, 2, UK-USA, 89-100.
- Secretaría de Gobernación (Agosto 26, 1965), *Diario Oficial de la Federación*, “Decreto que Crea el Instituto Mexicano del Petróleo como Organismo Descentralizado”, México, p2-4.
- Secretaría de Gobernación (Diciembre 23, 1993), *Diario Oficial de la Federación*, “Ley de Adquisiciones y Obras Públicas”, México.
- Secretaría de Gobernación (Mayo 21, 1999), *Diario Oficial de la Federación*, “Decreto por el que se expide la Ley de Fomento Científico y Tecnológico”, México, p176-202.
- Secretaría de Gobernación (Enero 4, 2000), *Diario Oficial de la Federación*, “Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas”, México.
- Secretaría de Gobernación (Octubre 21, 2001), *Diario Oficial de la Federación*, “Decreto por el que se modifica el diverso por el que se creó el Instituto Mexicano del Petróleo”, México, p10-14.
- Secretaría de Gobernación (Junio 5, 2002), *Diario Oficial de la Federación*, “Decreto por el que se expiden la Ley de Ciencia y Tecnología y la Ley Orgánica del CONACYT”, México, p176-202.
- Soria L., M. (2002a), *La Organización de la innovación tecnológica: la catálisis en el Instituto Mexicano del Petróleo*, Segundo Borrador de la Tesis de Grado, Doctorado en Estudios Organizacionales, UAM-Iztapalapa, México, pp256.
- Soria, L., M. (2003b) *Reporte de Investigación 2003*, “Organizaciones públicas de investigación y desarrollo tecnológico: Tendencias recientes, 1991-2002”, AEII-DPE-UAM Xochimilco, p32.
- Whelan, R. C. (2000), “Management of scientific institutions NPL 1995-98: the transition from agency to government-owned contractor operated (GOCO)”, *R & D Management* 30, 4, UK-USA, 313-322.