

**UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA**

**Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto  
Presidencial del 3 de abril de 1981**



**“OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA  
TECNOLOGÍA EN PEMEX REFINACIÓN”**

**ESTUDIO DE CASO**

Que para obtener el grado de

**MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN**

Presenta

**JOSÉ EDUARDO MUÑOZ GARCÍA**

**Director: Mtro. Roberto Sánchez de la Vara**

**Lector: Maria Caridad Mendoza Barron**

**Lector: Jesus Amador Valdes Diaz de Villegas**

**México, D.F.**

**2010**

## ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN	5
1.1 Retos de Petróleos Mexicanos	5
1.2 Retos de Pemex Refinación	6
2. INTRODUCCIÓN	8
3. HECHOS	11
3.1 Historia de Petróleos Mexicanos	11
3.2 Misión, Visión y Estructura de Petróleos Mexicanos y de Pemex Refinación	14
3.3 Reto de la Unidad de Tecnología	17
3.4 Puntos Relevantes	18
3.5 Características de los Personajes	19
4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.	20
5. MARCO TEÓRICO.	22
5.1 La Importancia Estratégica de un Negocio	22
5.2 La Ciencia y la Tecnología en México	22
5.3 La Industria Mexicana	24
5.4 Análisis de la Competitividad actual de la Industria Mexicana	26
5.5 La Tecnología como Ventaja Competitiva en la Industria	27
5.6 Estrategia Tecnológica	29
5.7 Tipos de Tecnología	32
5.8 La Administración de la Tecnología	32
5.9 Evolución de la Administración de la Tecnología	33

---

6. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES	38
6.1 Identificación de soluciones	38
6.2 Modelo de 1a Generación de Administración de I&D de Roussel / Saad / Ericksson	40
6.3 Modelo de 2a Generación de Administración de I&D de Roussel / Saad / Ericksson	40
6.4 Modelo de 3a Generación de Administración de I&D de Roussel / Saad / Ericksson	40
6.5 Modelo de 4a Generación de Administración de I&D de Miller	41
6.6 Modelo de 5a Generación de Administración de I&D de Senge / Savage / Quinn	41
6.7 Modelo de Pugh-Roberts de McDonald / Adler	42
6.8 Modelo de Diamond Technological Process, (DTP) de Alfonso Barreto González	42
7. FUNDAMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA	44
7.1 Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología identificados	44
7.2 Análisis de los Modelos de Administración de Tecnología identificados	52
7.3 Variables a considerarse en el Modelo de Administración de Tecnología a implantar en Pemex Refinación	53
7.4 Variables Críticas que afectan la Administración de Tecnología en Pemex Refinación	56
7.5 Diagnóstico de la condición del Proceso de Administración de Tecnología en Pemex Refinación	58
7.6 Selección del Modelo de Administración de Tecnología a implantar en Pemex Refinación	63
8. SOLUCIÓN ELEGIDA	64
8.1 Modelo de Administración de Tecnología a Implantar en Pemex Refinación	64

---

---

8.2 Descripción de los Elementos introducidos al Modelo de Tercera Generación para su implantación en Pemex Refinación	69
9. RECOMENDACIONES	70
10. BIBLIOGRAFÍA	75

### **Índice de Tablas**

Tabla 1. Puntos Relevantes	18
Tabla 2. Características de los Personajes	19
Tabla 3. Escuelas de Administración de Tecnología	33
Tabla 4. Evolución del Concepto de Administración de Tecnología	37
Tabla 5. Generaciones de Administración de I&D	43
Tabla 6. Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología identificados	45
Tabla 7. Diagnóstico de la condición del Proceso de Administración de Tecnología de Pemex Refinación y Caracterización de Pemex Refinación dentro de los Modelos identificados de Administración de la Tecnología	59

### **Índice de Figuras**

Figura 1. Obstáculos Potenciales para la Implantación de un Modelo de Administración de Tecnología en Pemex Refinación	21
Figura 2. Cultura de la Innovación en las Empresas	30
Figura 3. Rendimiento de la Tecnología	31
Figura 4. Posibles razones de las fallas de las tres primeras Escuelas de Administración de Tecnología	36
Figura 5. Evolución de las Escuelas de Administración de Tecnología	37
Figura 6. Identificación de las Variables de Control del Proceso de Administración de Tecnología de Pemex Refinación	57
Figura 7. Modelo de Tercera Generación de Administración de Tecnología	66
Figura 8. Modelo de Administración de Tecnología propuesto para Pemex Refinación (Adecuación del Modelo de Tercera Generación)	67

## 1. JUSTIFICACIÓN

### 1.1 Retos de Petróleos Mexicanos

Para nuestro país, Petróleos Mexicanos, como la empresa estatal más grande de México, es una pieza clave para su desarrollo, dado que representa una fuente importante de generación de empleos, contribuye con el 40 % del presupuesto total del Estado y abastece la demanda de energéticos del país.

Consciente de su gran compromiso y responsabilidad en el sano crecimiento de la economía mexicana, el objetivo a largo plazo de la empresa es maximizar el valor de las reservas de petróleo crudo y gas natural de México, desarrollando al mismo tiempo la infraestructura necesaria para abastecer la creciente demanda de energéticos del país, al menor costo posible. La consolidación de la empresa en una organización global orientada al mercado e internacionalmente competitiva, constituye un componente estratégico importante en los esfuerzos del país para desarrollar una economía nacional fuerte.

Dado el carácter técnico, industrial y comercial de Petróleos Mexicanos, constituido para la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y ventas de primera mano del petróleo, gas natural, y productos que se obtengan de la terminación de éstos, es una empresa en la cual sus actividades tecnológicas repercuten ampliamente en su desarrollo y competitividad. Por tal motivo, la administración de tecnología exige una especial atención de la alta dirección, para alcanzar el total aprovechamiento del potencial tecnológico de la firma.

En acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo, la Secretaría de Energía indica en su Programa Sectorial de Energía 2007-2012 que se deberán aprovechar las tecnologías disponibles, además de desarrollar sus propios recursos tecnológicos y humanos. Uno de los propósitos fundamentales de Pemex, es lograr que toda aplicación de tecnología que realice, responda a los objetivos estratégicos del negocio y con ello, posicionarse como una empresa altamente competitiva, que incorpora en sus operaciones la tecnología más apropiada.

La modificación a la Ley Federal de Derechos en materia de hidrocarburos en su artículo 254 Bis del 1° de octubre de 2007, dispone que PEMEX Exploración y Producción está obligado al pago anual del derecho para la investigación científica y tecnológica en materia de energía. Con base en estos recursos se constituyen los siguientes Fondos:

- ✓ Fondo Sectorial CONACYT - SENER – Hidrocarburos.
- ✓ Fondo Sectorial CONACYT - SENER - Sustentabilidad Energética.
- ✓ Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del Instituto Mexicano del Petróleo.

Para capturar los beneficios que puede aportar la Investigación y Desarrollo Tecnológico,

- Pemex debe incluir dentro de su Programa de Negocios la Estrategia Tecnológica donde incorpora objetivos específicos, orientados hacia el desarrollo tecnológico y otros que requieren de la tecnología para su atención.
- Pemex requiere estructurar un proceso institucional de Gestión de Tecnología.

## 1.2 Retos de Pemex Refinación

Actualmente, Pemex Refinación, Organismo Subsidiario de Petróleos Mexicanos tiene importaciones crecientes de productos petrolíferos, básicamente gasolina y diesel, las cuales han aumentado del 10 al 35 % respecto a la demanda interna entre 1996 y 2009. Las reconfiguraciones de las refinerías de Cadereyta y Madero sufrieron retrasos importantes, Tula y Salamanca se ejecutaron casi en el tiempo programado (se efectuaron adecuaciones menores), Minatitlán esta en un proceso dramáticamente lento de desarrollo y Salina Cruz aún falta de licitarse.

Simultáneamente, se requiere ampliar la capacidad de refinación (construcción de la nueva refinería Bicentenario en Tula, Hidalgo; proceso que se encuentra empantanado en un lodo de conflictos e intereses políticos) para cubrir, por una parte, el rezago de la producción interna y, por la otra, el crecimiento previsto del consumo nacional.

Pemex refinación requiere refinerías complejas, acordes con la dotación de reservas de crudos cada vez más pesados y que, al mismo tiempo, elaboren productos de mayor valor en el mercado.

El deterioro en la calidad del ambiente ha obligado a las autoridades a restringir los niveles permisibles en contaminantes en los combustibles, ello aunado a la disponibilidad de crudos más pesados y contaminados ha impulsado a la industria de la refinación del petróleo a realizar importantes cambios en sus estructura productiva, para satisfacer la creciente demanda del mercado de productos más limpios.

Lo anterior ha originado que las refinerías incorporen nuevas tecnologías para la producción de combustibles de ultrabajo azufre, así como una mayor cantidad de procesos de hidrotratamiento y tecnologías para fondo de barril.

Es necesario también ampliar la red de poliductos y modernizar e incrementar las capacidades de las terminales de almacenamiento y distribución de combustibles, así como realizar inversiones para el mantenimiento de la operación y la infraestructura.

En total, se requiere invertir en Pemex Refinación alrededor de 40 mil millones de dólares en los próximos 10 años.

En los próximos años, la refinación sustentará su viabilidad, en la incorporación de innovaciones tecnológicas. La investigación y el desarrollo tecnológico cambiarán los paradigmas básicos tradicionales de la refinación evolucionando para lograr el procesamiento de crudos extrapesados, diseñar nuevos procesos de separación y reacción, utilizar menor escala de procesos para mayores volúmenes de producción, y por consiguiente diferentes formas de operar las instalaciones, entre otros.

Pemex Refinación deberá implementar tecnologías para el pretratamiento del crudo, generación de crudos sintéticos, procesos de fondo de barril, conversión total de residuales, gasificación, sistemas de cogeneración, procesos Fisher-Tropsch, incremento de calidad y rendimiento de gasolinas, mayor producción de olefinas, mayor integración energética, óptimo aprovechamiento de los sistemas de suministro de agua, mayor flexibilidad y rentabilidad por integración con petroquímica y de tecnologías de información, mediante un adecuado régimen fiscal que permita el crecimiento sostenido.

Los cambios son de tal magnitud que repercuten en los procesos, desde el desarrollo de nuevos catalizadores, aditivos y productos químicos hasta la adopción de nuevas estrategias de ahorro de energía e incorporación de sistemas de control avanzado.

La tecnología es un elemento central que se tendrá que aprovechar cabalmente para el desarrollo de Pemex Refinación. La tecnología ha sido palanca de primera importancia de las empresas refinadoras más importantes del mundo, haciéndolas más productivas, eficientes y por lo tanto más rentables.

Petróleos Mexicanos deberá impulsar el desarrollo y la especialización de actividades susceptibles de generar tecnología, sobre la base de la optimización de sus recursos financieros. La Industria Nacional de la Refinación sustentará su viabilidad, en la incorporación de innovaciones tecnológicas y de ingeniería probadas industrialmente.

Lo anterior representa un gran reto así como un gran esfuerzo para la empresa en donde resulta necesario conjuntar y enlazar las disciplinas científicas, ingenieriles y gerenciales para planear, desarrollar y llevar a la práctica las capacidades tecnológicas que permitan dar forma y alcanzar los objetivos estratégicos y operacionales señalados.

## 2. INTRODUCCIÓN

Uno de los propósitos fundamentales de Pemex Refinación es lograr que toda aplicación de tecnología que realice responda a los objetivos estratégicos del negocio y con ello posicionarse como una empresa altamente competitiva, que incorpora en sus operaciones la tecnología más apropiada.

Para Pemex Refinación resulta de capital importancia obtener el máximo beneficio de las tecnologías que utilice, combinado con la superación técnica permanente de su personal, con lo cual estará en mejores condiciones para cumplir con su misión, visión y objetivos.

El crecimiento de la industria de refinación del petróleo del país ha sido determinado por dos condiciones principales: Primero, cubrir la demanda nacional de productos básicos derivados del petróleo para apoyar el desarrollo multiplicador de la industria privada y segundo, producir excedentes exportables que mejoren la posición de la balanza de pagos del país.

En los países en vías de desarrollo, el incremento demográfico al margen de los problemas económicos, conducirá sin duda a un mayor requerimiento de energéticos. Sin embargo, lo preocupante es que mientras los países industrializados han tendido a reducir el consumo de energéticos, los países en vías de desarrollo parecen impotentes en este sentido. Este hecho tiene al menos dos explicaciones. Por una parte, el mismo incremento demográfico y por la otra, el hecho de que dichos países se han quedado al margen de las tecnologías para racionalizar el consumo y cargan todavía con un alto nivel de desperdicio.

La gestión de tecnología ha demostrado ser una plataforma sólida para:

- I. Dar solución a la necesidad de contar con un proceso único, que gobierne y coordine de manera homóloga la gestión de la tecnología en la industria petrolera nacional.
- II. Busca dar certidumbre a la Selección y Evaluación de las Tecnologías necesarias, de acuerdo a un Programa Estratégico Tecnológico y a la Identificación sistematizada de Necesidades Tecnológicas.
- III. Analizar en forma ordenada la disyuntiva de Adquirir o Desarrollar la Tecnología acorde con necesidades específicas de la empresa.
- IV. Establecer los lineamientos para la conexión, entre otros, con los procesos Primarios Sustantivos y los de soporte como Proyectos de inversión y Suministros, para la Implantación de la tecnología seleccionada.

De acuerdo con lo anterior, Pemex Refinación, debe ocuparse en identificar y en el mediano plazo desarrollar tecnologías de punta, siendo importante el realizar un proceso de administración de la tecnología alineado con los objetivos y metas de la corporación para poder lograr las ventajas competitivas a las cuales la empresa aspira en la actualidad.

Como resultado de una nueva reestructuración de Pemex Refinación, se creó la Unidad de Tecnología, con el propósito de definir integralmente la estratégica tecnológica de la empresa que ayude a posicionarla a nivel mundial. La Unidad de Tecnología surge de la necesidad de contar con un ente que dentro de Pemex Refinación coadyuve a cultivar y desarrollar un sistema de gestión tecnológica que permita promover oportunidades de modernización, crecimiento e innovación.

Por todo esto, el reto y objetivo principal del área encabezada por el Dr. Rueda es definir en corto tiempo la estratégica tecnológica integral de la empresa que la ayude a posicionarla a nivel mundial, cerrar las brechas tecnológicas que existen entre Pemex Refinación y las empresas líderes del mundo, así como crear liderazgo tecnológico en algunas áreas estratégicas en la industria de refinación.

El presente estudio de caso tiene como objetivo determinar el modelo más adecuado a implantar en Pemex Refinación para la administración de tecnología.

En el desarrollo del presente estudio de caso se exponen los diferentes modelos de administración de tecnología identificados en la literatura, describiéndose las características particulares de cada modelo.

Para determinar cuál es el modelo de administración de tecnología más conveniente a implantar en Pemex Refinación, se presenta un análisis comparativo de los modelos de administración de tecnología identificados, basado en parámetros operativos acordes a las características de Pemex Refinación.

Con este mismo propósito, se presenta un Diagnóstico de la condición del proceso de Administración de Tecnología en Pemex Refinación. Este Diagnóstico ubica a Pemex-Refinación dentro de los modelos de administración de tecnología existentes e identifica los elementos que optimicen el proceso de administración de tecnología de la empresa, a su vez, se relaciona cada uno de estos elementos con el modelo de administración que presente características similares.

Con fundamento en el análisis de los modelos de administración de tecnología identificados y en el diagnóstico de la condición que hoy en día guarda el proceso de administración de tecnología de Pemex Refinación se concluye que el modelo de tercera generación representa la opción más viable para optimizar el proceso de administración tecnológica en Pemex Refinación.

Una vez establecido que el modelo de tercera generación representa la opción más viable de tomar como base para optimizar el proceso de administración tecnológica en Pemex Refinación, se presenta la propuesta específica del modelo de administración de Tecnología a implantar, el cual considera aspectos analizados en el presente estudio tales como:

- Modelos de administración de tecnología
- Variables que afectan al proceso de administración de tecnología
- Variables críticas en el proceso de administración de tecnología de Pemex Refinación
- Diagnóstico de Pemex Refinación
- Se incorporan al modelo propuesto, elementos no contemplados por el modelo tradicional de tercera generación como: Transferencia de Tecnología; Asimilación de Tecnología; Motivación Integración y Ajustes Actitudinales; Reclutamiento y Control de Personal de Acuerdo a Perfiles de Carrera

Finalmente se establecen una serie de recomendaciones y acciones para lograr una exitosa implantación del Modelo de Administración de Tecnología propuesto para Pemex Refinación.

### 3. HECHOS

#### 3.1 Historia de Petróleos Mexicanos

**1901:** El ingeniero mexicano Ezequiel Ordóñez descubre un yacimiento petrolero llamado *La Pez*, ubicado en el Campo de El Ébano en San Luis Potosí. En ese mismo año el Presidente Porfirio Díaz expide la Ley del Petróleo con la que se logra impulsar la actividad petrolera, otorgando amplias facilidades a los inversionistas extranjeros.

**1912:** A la caída de Porfirio Díaz, el gobierno revolucionario del Presidente Francisco I. Madero expidió, el 3 de junio de ese año, un decreto para establecer un impuesto especial del timbre sobre la producción petrolera y, posteriormente, ordenó que se efectuará un registro de las compañías que operaban en el país, las cuales controlaban el 95 por ciento del negocio.

**1915:** Venustiano Carranza creó la Comisión Técnica del Petróleo.

**1917:** La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos determina el control directo de la Nación sobre todas las riquezas del subsuelo.

**1918:** El gobierno de Carranza estableció un impuesto sobre los terrenos petroleros y los contratos para ejercer control de la industria y recuperar en algo lo enajenado por Porfirio Díaz, hecho que ocasionó la protesta y resistencia de las empresas extranjeras. Con el auge petrolero, las compañías se adueñaron de los terrenos con petróleo. Por ello, el gobierno de Carranza dispuso que todas las compañías petroleras y las personas que se dedicaran a exploración y explotación del petróleo debieran registrarse en la Secretaría de Fomento.

**1920:** Existen en México 80 compañías petroleras productoras y 17 exportadoras, cuyo capital era integrado en un 91.5% anglo-norteamericanos.

**1921:** Se llega a una producción de crudo de poco más de 193 millones de barriles, que colocaba a México como segundo productor mundial, gracias al descubrimiento de yacimientos terrestres de lo que se llamó la "Faja de Oro", al norte del Estado de Veracruz, que se extendían hacia el Estado de Tamaulipas. Uno de los pozos más espectaculares en los anales de la historia petrolera del mundo fue el "Cerro Azul No. 4", localizado en terrenos de las haciendas de "Toteco" y "Cerro Azul", propiedad de la "Huasteca Petroleum Company", que ha sido uno de los mantos petroleros más productivos a nivel mundial, al obtener una producción -al 31 de diciembre de 1921- de poco más de 57 millones de barriles.

**1934:** Nace Petróleos de México, A. C., como encargada de fomentar la inversión nacional en la industria petrolera.

**1935:** Se constituye el Sindicato de Trabajadores Petroleros en la República Mexicana, cuyos antecedentes se remontan a 1915.

**1937:** Tras una serie de eventos que deterioraron la relación entre trabajadores y empresarios, estalla una huelga en contra de las compañías petroleras extranjeras que paraliza al país, la Junta de Conciliación y Arbitraje falla a favor de los trabajadores, pero las compañías se amparan ante la Suprema Corte de Justicia de la Nación.

**1938:** La Suprema Corte de Justicia les niega el amparo a las compañías petroleras, obligándolas a conceder demandas laborales. Éstas se niegan a cumplir con el mandato judicial y en consecuencia, el 18 de marzo de 1938, a las ocho de la noche, el presidente Lázaro Cárdenas reunido a puerta cerrada con su gabinete le anuncia su decisión de expropiar la industria petrolera. Dos horas después, en todas las estaciones de radio de la República, la hizo pública al pueblo de México.

El acto produjo una honda impresión en todo el país; la expropiación se llevó a cabo un viernes, y rápidamente se fue advirtiendo el apoyo de la opinión pública. El 23 de marzo hubo en la ciudad de México una enorme manifestación de respaldo que, según citan las crónicas periodísticas, superaba las cien mil personas. De igual forma, el 12 de abril hubo una manifestación muy peculiar frente al Palacio de las Bellas Artes, millares de mujeres de todas las clases sociales llevaron su cooperación para pagar la deuda petrolera, las aportaciones iban desde gallinas hasta joyas valiosas.

La expropiación era resultado de una cadena de hechos que habían puesto en entredicho la soberanía del país y por ello esta decisión llenó de júbilo al pueblo de México.

El 7 de junio se crea Petróleos Mexicanos como organismo encargado de explotar y administrar los hidrocarburos en beneficio de la nación.

**1942:** Se firma el primer Contrato Colectivo de Trabajo entre el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana.

**1962:** Se cubre anticipadamente el último abono de la deuda contraída por la expropiación de 1938.

**1971:** Se expide la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos. En la década de los setentas se le da además un impulso a la refinación y se experimenta un auge en la industria petrolera, producto del descubrimiento de diversos yacimientos petroleros.

**1971:** Un pescador campechano, Rudecindo Cantarell informa a PEMEX el descubrimiento de una mancha de aceite que brotaba desde el fondo del mar en la Sonda de Campeche. Ocho años después la producción del pozo Chac marcaría el principio de la explotación de uno de los yacimientos marinos más grandes del mundo: Cantarell.

**1979:** La perforación del pozo Maalob1 confirma el descubrimiento del segundo yacimiento más importante del país, después de Cantarell. El Activo Ku-Maalob-Zaap es el vigésimo tercero a nivel mundial, en términos de reservas, que equivalen a cuatro mil 786 millones de barriles de crudo.

**1992:** Se expide una nueva Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios donde se establecen los lineamientos básicos para definir las atribuciones de Petróleos Mexicanos en su carácter de órgano descentralizado de la Administración Pública Federal, responsable de la conducción de la industria petrolera nacional.

Esta Ley determina la creación de un órgano Corporativo y cuatro Organismos Subsidiarios, dichos Organismos son:

- PEMEX Exploración y Producción (PEP)
- PEMEX Refinación (PXR)
- PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB)
- PEMEX Petroquímica (PPQ)

**2005:** Durante los meses de abril, mayo y junio Petróleos Mexicanos produjo un promedio diario de tres millones 425 mil barriles de crudo. De estos exportó un millón 831 mil barriles a sus clientes en América, Europa y el Lejano Oriente. El resto se envió al sistema nacional de refinación.

**2006:** Petróleos Mexicanos se ha convertido en la empresa más grande de México y una de las petroleras más grandes del mundo, tanto en términos de activos como de sus ingresos.

**2006:** PEMEX lanza al mercado nacional la gasolina Premium *Ultra Bajo Azufre*.

**2007:** Petróleos Mexicanos continúa intensificando su actividad exploratoria en diversos puntos del país y en la plataforma continental.

**2007:** Se trabaja en la reconfiguración de la refinería Lázaro Cárdenas, la más antigua del sistema nacional de refinación. Impulsa la recuperación de la industria petroquímica nacional y busca incrementar la producción de gas, para satisfacer la demanda del mercado doméstico y así, reducir las importaciones de este energético.

**2008.** El viernes 28 de noviembre se publica en el Diario Oficial de la Federación los siete decretos que integran la Reforma Energética con esto se concluyen los trabajos encabezados por el Gobierno Federal en esta importante iniciativa para fortalecer a la empresa más importante del país.

**2009.** El 12 de agosto el Dr. Jesús Reyes Heróles G.G., Director General de Petróleos Mexicanos y el Agr. Abelardo Escobar Prieto, Secretario de la Reforma Agraria anuncian que la construcción de la Refinería Bicentenario será en la zona de Tula, Hidalgo.

### **3.2 Misión, Visión y Estructura de Petróleos Mexicanos y de Pemex Refinación**

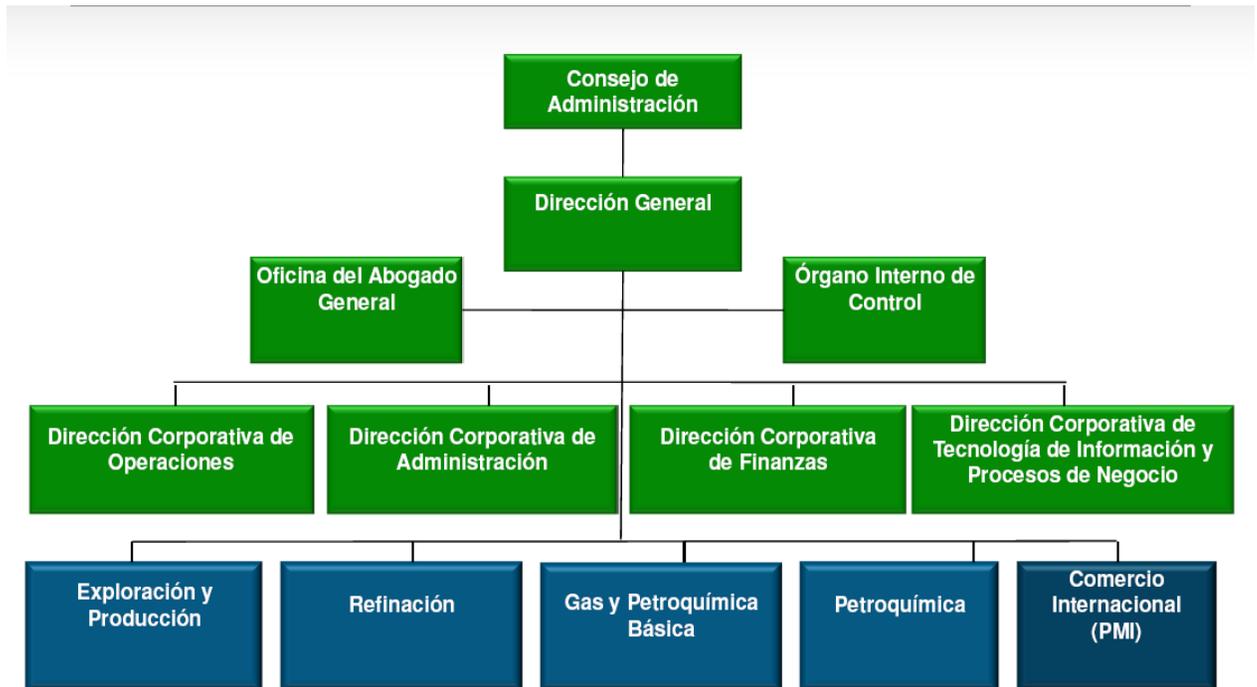
#### *Misión de Petróleos Mexicanos*

Petróleos Mexicanos es un organismo descentralizado que opera en forma integrada, con la finalidad de llevar a cabo la exploración y explotación del petróleo y demás actividades estratégicas que constituyen la industria petrolera nacional, maximizando para el país el valor económico de largo plazo de los hidrocarburos, satisfaciendo con calidad las necesidades de sus clientes nacionales e internacionales, en armonía con la comunidad y el medio ambiente.

#### *Visión de Petróleos Mexicanos*

Ser una empresa pública, proveedora de energía, sustentable, preferida por los clientes, reconocida nacional e internacionalmente por su excelencia operativa, transparencia, rendición de cuentas y la calidad de su gente y productos, con presencia y liderazgo en los mercados en los que participa.

## *Estructura Orgánica de Petróleos Mexicanos*



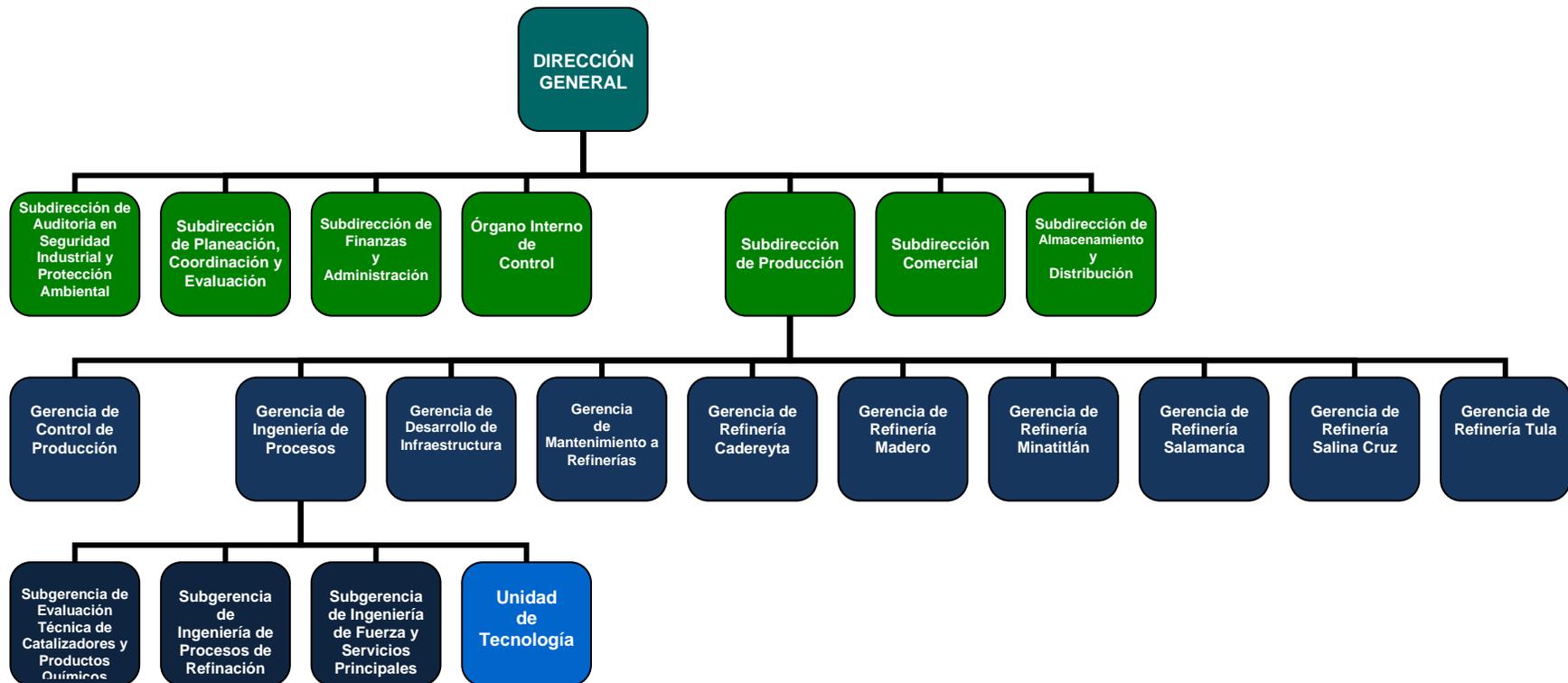
### *Misión de Pemex Refinación*

Satisfacer la demanda nacional de productos petrolíferos, maximizando el valor económico de los activos, contribuyendo al fortalecimiento global de PEMEX, dentro de un marco de protección ambiental y seguridad industrial.

### *Visión de Pemex Refinación*

Convertirse en una de las mejores empresas en su ramo en el mundo en los próximos años. Para ello, se requiere el esfuerzo para alcanzar mayores niveles de desarrollo en cultura y valores, inversiones, tecnología, operaciones y administración.

## Estructura Orgánica de Pemex Refinación



### 3.3 Reto de la Unidad de Tecnología

Como resultado de una nueva reestructuración de Pemex Refinación, se creó la Unidad de Tecnología, con el propósito de definir integralmente la estratégica tecnológica de la empresa que ayude a posicionarla a nivel mundial. La Unidad de Tecnología surge de la necesidad de contar con un ente que dentro de Pemex Refinación coadyuve a cultivar y desarrollar un sistema de gestión tecnológica que permita promover oportunidades de modernización, crecimiento e innovación.

Para ello se nombró al Dr. Rodolfo Rueda jefe de dicha Unidad, el Dr. Rueda es egresado de la carrera de Licenciatura en Física de la UNAM (1972), realizó estudios de doctorado en el Dpto. de Ingeniería Química de la Universidad de Birmingham, G.B. y de postdoctorado en el Dpto. de Química de U.C.L.A. en E.E.U.U. El Dr. Rueda tiene una amplia experiencia de más de 25 años en diversas áreas relacionadas con la investigación y desarrollo tecnológico.

Para la dirección este importante reto (no hay antecedentes de un área similar en la empresa), el Dr. Rueda cuenta con los ingenieros químicos Luis Ramírez y Roberto Ramos.

El Ing. Ramos tiene estudios de maestría en administración y más de 20 años en el área de desarrollo de catalizadores, “sabelotodo” y conocedor de nada, su estrategia ha sido engañar a directivos desconocedores con discursos cantinflescos y presentar el trabajo de los demás como suyo. El Ing. Ramírez, aunque mucho más joven, cuenta con una maestría en ciencias en ingeniería química, ha trabajado en el área de diseño de procesos de refinación, diseño de equipos industriales, participado en la ingeniería, procura, construcción, arranque y operación de plantas de proceso y tiene un amplio conocimiento de las necesidades del área operativa.

En su reciente asistencia al Foro Internacional de la Industria de Refinación en Houston, Texas, el Dr. Rueda pudo comprobar que las necesidades tecnológicas de esta industria continuarán creciendo y la administración efectiva de la tecnología ayudará a cumplir con esos requerimientos. Además la administración de las fuentes externas de tecnología es un factor crítico para aquellas compañías que no son principalmente desarrolladoras de tecnología. Las compañías internacionales de petróleo se están enfocando más y más en esta área.

El enfoque de las actividades / gastos de la tecnología, incluyendo I&D, en las áreas que apoyan los objetivos del negocio también es un punto crítico dentro de la buena administración de la tecnología. Esto asegura que las mejoras tecnológicas contribuirán a mejorar los resultados del negocio. Ante ello, el Dr. Rueda está plenamente convencido que una buena administración de la tecnología es esencial para ayudar a la empresa a enfrentar exitosamente los retos futuros. Sabe que su Unidad jugará un papel clave en la administración de la tecnología, siendo el puente con los desarrolladores tecnológicos, asegurando que se incorporen de manera eficaz y eficiente las tecnologías necesarias que le permitan a la empresa ser de clase mundial.

## 3.4 Puntos Relevantes

**TABLA 1.**  
**Puntos Relevantes**

Concepto	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lugar:</li> <li>Historia de la Empresa:</li> <li>Giro de la Empresa:</li> <li>Mercados principales:</li> <li>Volúmenes de producción:</li> <li>Precios:</li> <li>Margen Antes de Impuestos:</li> <li>Aspectos Críticos de la Operación:</li> <li>Tipo de Tecnología Usada:</li> <li>Personal Operativo:</li> <li>Personal Administrativo:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficinas Centrales de PEMEX Refinación, Cd. de México; 2010.</li> <li>Empresa Paraestatal Expropiada en 1938.</li> <li>Produce y Comercializa Combustibles y lubricantes derivados del petróleo.</li> <li>Comisión Federal de Electricidad, Luz y Fuerza del Centro, Sector Industrial, Compañías de Aviación, Población Nacional Consumidora de Gasolinas, Diesel y Lubricantes.</li> <li>Altos ( mas de 1,300,000 barriles por día).</li> <li>Establecidos por la Secretaria de Hacienda y Crédito Público.</li> <li>Bajo (6-7 Dólares/Barril de crudo procesado)</li> <li>Confiabilidad de las plantas de proceso, manejo de inventarios y canales de distribución, alto control de los costos de producción.</li> <li>Altamente Especializada y Costosa.</li> <li>Altamente Capacitado.</li> <li>Con desconocimiento de la empresa, alta rotación debido a situación política del país.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relaciones Laborales:</li> <li>Entorno:</li> <li>Clima Laboral:</li> <li>Tiempo:</li> <li>Valores y Vicios:</li> <li>Fuente de poder:</li> <li>Gran Ausente:</li> <li>Gran Presente:</li> <li>Diseño de Producto:</li> <li>Finanzas:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sindicato con demasiado poder y corrupción.</li> <li>Elecciones de Gobernadores en 9 estados del país en el presente año.</li> <li>Incertidumbre, temor a despido debido a constantes reestructuraciones.</li> <li>Corto Plazo.</li> <li>Todos (Organización con amplia diversidad de valores y vicios).</li> <li>Amplios Recursos Petroleros.</li> <li>Consumidor Final.</li> <li>Corrupción Gobierno - Sindicato.</li> <li>Estándar.</li> <li>65 % de sus ingresos van directamente a la Secretaria de Hacienda.</li> </ul>

## 3.5 Características de los Personajes

**TABLA 2.**  
**Características de los Personajes**

### PERSONAJES

	<b>Dr. Rueda</b>	<b>Ing. Luis Ramírez</b>	<b>Ing. Roberto Ramos</b>
Formación	Licenciado en Física con doctorado en procesos de Refinación.	Ingeniero Químico con Maestría en Ingeniería Química.	Ingeniero Químico con Maestría en Administración
Conocimiento del Negocio	Medio - Alto	Alto	Bajo - Medio
Visión	Con visión de empresa y del negocio	Con visión de empresa y del negocio	Con entendimiento corto de la visión de la empresa y del negocio.
Liderazgo de equipo	Alto	Alto	Alto buscando el beneficio propio.
Integridad	Alta	Alta	Baja
Compromiso	Alto	Alto	Bajo
Iniciativa	Alta	Alta	Media
Trabajo en equipo	Participativo	Participativo	Busca llevarse el crédito del trabajo de los demás.
Innovación y creatividad	Alta	Alta	Media - Alta

#### 4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Pemex Refinación tiene a escala mundial varios indicadores productivos que la sitúan como una de las mejores empresas petroleras.

En contraparte, también enfrenta rezagos tecnológicos si se compara con las grandes compañías petroleras internacionales.

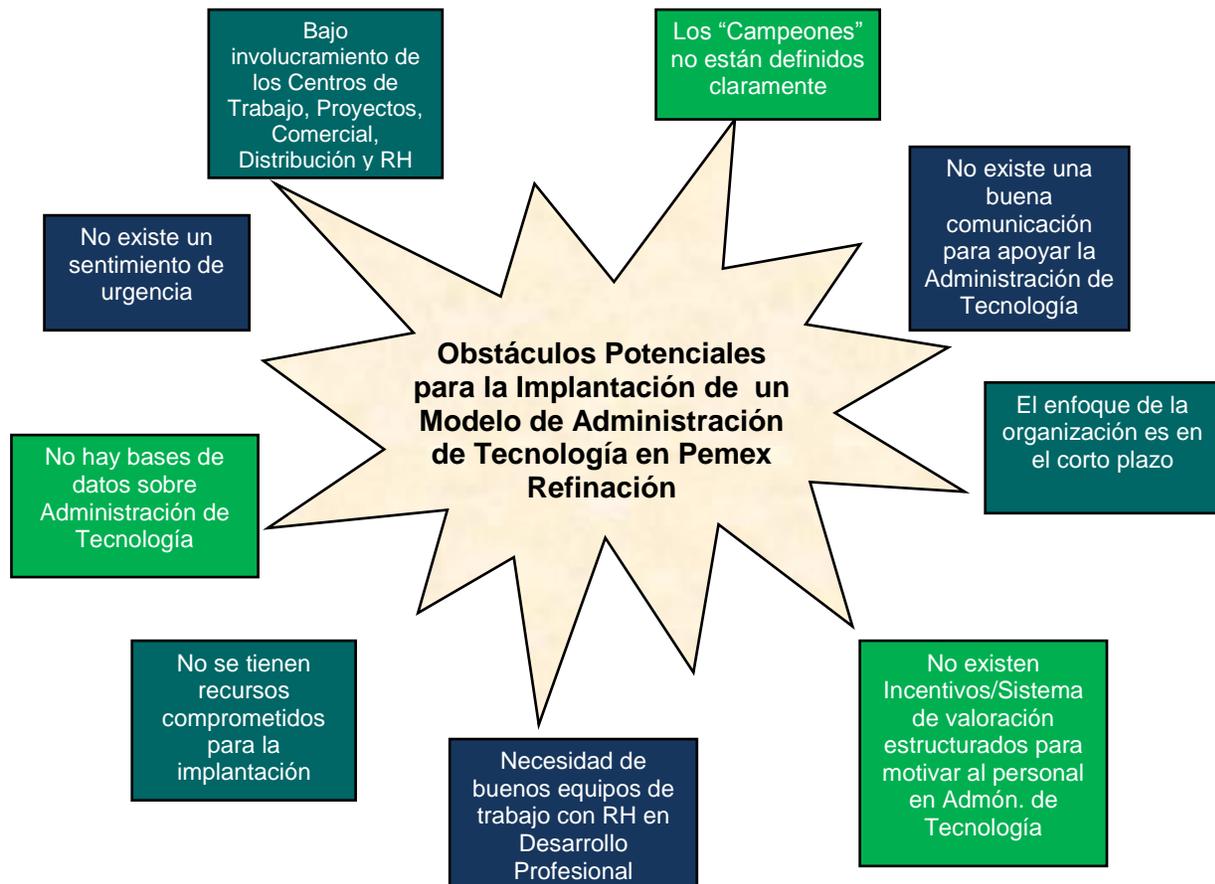
El cubrir estos rezagos, redundaría en resolver entre otros, importantes retos de Petróleos Mexicanos, tales como revertir la tendencia de la creciente importación de productos refinados (gasolinas y diesel), disminuir costos de producción, suministrar a la población combustibles de mejor calidad, cumplir con las normas ecológicas, dar confiabilidad a sus plantas de proceso y ductos de distribución, aumentar la rentabilidad y competitividad de la empresa.

Lo anterior requiere de la implantación exitosa de un modelo de Administración de Tecnología en Pemex Refinación.

No debe dejarse de considerar que durante el proceso de implementación de dicho modelo, se tendrán una serie de obstáculos potenciales, tales como:

- × No se cuenta con un diagnóstico de la gestión de tecnología en Pemex Refinación.
- × No se tienen grupos dedicados de manera permanente a la gestión de la tecnología.
- × Falta de personal con formación en los procesos de gestión de la tecnología.
- × Los esfuerzos en este proceso están atomizados.
- × Las principales actividades relacionadas con la gestión de tecnología en Oficinas Centrales es realizado por los grupos de Proyectos y Producción, principalmente en apoyo a la evaluación, adquisición e implantación.
- × Es necesario mejorar las habilidades del personal en las especialidades definidas, conjuntamente con Recursos Humanos para gestión de tecnología, por ejemplo, administración de proyectos, evaluación, adquisición y la utilización de equipos.
- × No se cuenta con redes de expertos de las diversas especialidades a lo largo de toda la organización.
- × No se le ha dado el adecuado aprovechamiento a los recursos del IMP, tales como inteligencia tecnológica y de los investigadores expertos en áreas tecnológicas estratégicas.

**FIGURA 1**  
**Obstáculos Potenciales para la Implantación de un Modelo de Administración de Tecnología en Pemex Refinación**



Por lo anterior, el reto y objetivo principal del área encabezada por el Dr. Rueda es definir en corto tiempo la estratégica tecnológica integral de la empresa que la ayude a posicionarla a nivel mundial, cerrar las brechas tecnológicas que existen entre Pemex Refinación y las empresas líderes del mundo, así como crear liderazgo tecnológico en algunas áreas estratégicas en la industria de refinación.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 La Importancia Estratégica de un Negocio

Dentro del proceso de planeación estratégica, un elemento fundamental es la presupuestación de recursos, como un reflejo de la prioridad relativa de cada una de las actividades corporativas, de las unidades de negocios y los programas y proyectos a largo plazo de la organización. Esta importancia estratégica es un índice de la trascendencia de cada negocio, evaluada a nivel corporativo de la empresa y la cual puede ser determinada a través de los siguientes factores:

1. El grado de asignación de recursos.
2. El grado de atención de la administración.
3. La posición actual de la empresa en el ámbito industrial.
4. El valor presente estimado de las utilidades futuras de la empresa.
5. La importancia del negocio para la empresa.
6. El nivel de riesgos que el mercado de un nuevo negocio representa para los negocios esenciales de la organización
7. El grado de armonía estratégica de cada negocio con respecto al conjunto.
8. *El grado de familiaridad con la tecnología implicada.*
9. El nivel general de riesgo.

Cada factor es evaluado individualmente para alcanzar una estimación general del grado de importancia estratégica que cada negocio tiene para la organización, de manera que la importancia estratégica es el mecanismo que enlaza las prioridades y objetivos a nivel corporativo con la formulación de estrategias funcionales.

### 5.2 La Ciencia y la Tecnología en México

La evolución de la ciencia y la tecnología en México tiene una larga historia de dependencia. Hasta 1935, el desarrollo industrial y el atraso tecnológico están muy relacionados con la ausencia de una política científico-tecnológica formal. A partir de ese año, se planteó la integración de la ciencia y la tecnología a los programas de desarrollo económico del país. Sin embargo, el desarrollo industrial de México actual no se sustentó en el desarrollo tecnológico nacional. Desde 1925, año en que se fundó Nacional Financiera, la banca del desarrollo hasta 1970, la política económica se orientó a promover la industrialización rápida para la satisfacción de un mercado cerrado. Para ello, los industriales recurrieron a los recursos a su alcance. En el caso de la tecnología, era más fácil y rápido comprar la que había en los países industrializados, que crearla aquí, ya que los recursos disponibles eran muy escasos.

A partir de 1970 se implantaron varias estrategias de apoyo a la ciencia y la tecnología, con base en incrementos al gasto nacional en ciencia y tecnología. En 1970, con la fundación del Consejo Nacional de la Ciencia y la Tecnología (CONACYT), se formalizó una alianza entre la academia y el Estado para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. El resultado no ha sido satisfactorio ya que la relación formal entre la comunidad académica y la industrial, es muy escasa y existe muy poca investigación tecnológica.

Desde de la crisis económica de 1982 tomando en cuenta los problemas que ha vivido el país, a raíz de la política cerrada y el éxito económico de los países que han seguido la política de economía abierta, el Estado ha motivado al sector productivo para ser internacionalmente competitivo y al sector académico a apoyarlo en esta aventura. Los resultados se verán con los años, pero como lo muestra la experiencia histórica, los cambios culturales, de estructura, de organización social y de ideología, no se dan ni fácil ni rápidamente.

Por otro lado, la nacionalización de la industria petrolera, en 1938, sirvió de impulso a la creación y desarrollo de la industria química y petroquímica nacional. A partir de entonces se han creado numerosas industrias químicas y petroquímicas apoyadas en la producción de petroquímicos básicos de Petróleos Mexicanos (PEMEX), que les sirven de insumos. Esta circunstancia, aunada a la posición estratégica que la industria petrolera tiene en México, la ha dado a la química una dinámica particular. Además, las características de sus procesos productivos la han caracterizado como una industria tecnológicamente más dinámica que la de otros sectores.

En nuestro país existen cuatro tipos de unidades de investigación: instituciones del gobierno federal; instituciones académicas públicas; instituciones académicas privadas; y negocios privados. Cabe mencionar que el mayor número de instituciones de investigación y desarrollo son del sector "académicas públicas, seguidas por el sector "gobierno federal". Las instituciones "académicas privadas" y "otro tipo" de instituciones contribuyen muy poco a la producción de la ciencia y la tecnología en México. Sin embargo, el desarrollo tecnológico nacional se ha limitado a la adaptación y la transferencia, alejado en general de la investigación de frontera.

La revolución tecnológica actual, basada en la microelectrónica, la biotecnología, la tecnología de materiales y la investigación en superconductores, tiene amplias aplicaciones industriales que sin duda tendrán un impacto profundo en las cadenas productivas, afectando el tamaño y las características tanto de la estructura del empleo, como las de la organización industrial, y aún aspectos culturales de la sociedad moderna. Estos cambios tecnológicos a nivel internacional, de los que no se puede sustraer nuestro país, exigen definir políticas de desarrollo tecnológico-industrial en áreas estratégicas que fortalezcan el aparato productivo a mediano y largo plazo. Las soluciones de corto plazo, basadas en la maquila y la exportación, permiten el ingreso de divisas y generan empleo, pero desatienden el potencial de la comunidad científica, desmantelando la base científico-tecnológica de la producción. Políticas poco favorables al desarrollo económico de largo plazo sólo propician "el desarrollo del subdesarrollo".

### 5.3 La Industria Mexicana

De acuerdo con De la Tijera, los modelos administrativos de los 50's utilizados en México se caracterizaron por fragmentar a su máxima expresión las estructuras, dando vida a las pirámides organizacionales donde cada aspecto de la operación reclamaba un gerente. Las administraciones funcionales tendieron a justificarse por sí mismas, por la supuesta importancia que cada función tendría en lo individual, mas no necesariamente con base en la contribución que tenían al negocio en su conjunto.

En los 70's y hasta principios de los 80's, bajo el mismo modelo vieron la luz nuevas funciones administrativas que tuvieron la noción de ser importantes per se. Las administraciones de planeación, de seguridad, de calidad, de productividad, de protección ambiental casi se pusieron de moda. Incluso la misma administración de tecnología. Se perdió la visión integral de la estrategia del negocio total, supeditándola a lo que resultara de la suma de las estrategias de cada unidad funcional, las que muchas veces resultaban divergentes. La administración de tecnología derivada de este modelo se convirtió en la actividad de administración de proyectos de I&D o de asimilación, de la contratación de tecnología y del manejo de los recursos tecnológicos.

Las carencias de este enfoque se volvieron evidentes de inmediato y muestras de ello son las preocupaciones por la interfase I&D-comercial o I&D-manufactura, por el nivel de gasto tecnológico con base en las ventas, por su efecto en la rentabilidad y otras más.

Actualmente no solo se trata de ligar departamentos y procurar su comunicación, sino de dotarlos de una visión integral del negocio. Ya no se trata de justificar un presupuesto de I&D basado en la tasa interna del retorno esperada de sus proyectos, sino en los recursos dedicados y necesarios para hacer viable y sostenible la estrategia total del negocio. La administración de tecnología presente, necesita incorporar a su actividad los seis elementos clave de la práctica de la administración tecnológica:

- ✓ Identificación y evaluación de las oportunidades tecnológicas en la empresa
- ✓ Dirección de la I&D misma, hasta el nivel de factibilidad de los proyectos
- ✓ Implantación de nuevas tecnologías en un producto o proceso determinados
- ✓ Manejo de la obsolescencia y el reemplazo de tecnologías
- ✓ Resguardo y mantenimiento de los activos tecnológicos de la empresa
- ✓ Integración de la tecnología a todas las operaciones de la empresa

A través de la tecnología, es posible hacer frente a aspectos como la globalización, la apertura, el libre comercio, la competitividad, las exigencias del crecimiento y la modernización, por tal motivo, es esencial considerar las nuevas responsabilidades y prácticas que la administración de tecnología implica.

Según estudios realizados por De la Tijera, durante los años 70's y 80's, las investigaciones hechas en México sobre administración de tecnología fueron muy contadas, y casi todas se realizaron para el consumo interno de una organización específica, más no para ser difundidas al resto del sistema tecnológico. Hasta hace pocos años se ha descansado en la experiencia acumulada a partir de la misma práctica de la administración de tecnología, cuyo contexto y entorno eran distintos a los actuales. México vivía un patrón de desarrollo basado en una economía cerrada, con instrumentos legales que favorecían la protección de las estructuras de capital, los intercambios comerciales y de tecnología, con una fuerte participación estatal en campos industriales y financieros, situaciones que a partir de la segunda mitad de los ochentas ha ido cambiando y con una aceleración muy importante en los últimos años.

Hoy las condiciones son diferentes, no sólo en el ámbito nacional sino también en el internacional. La tecnología se reconoce abiertamente como un arma que permite generar ventajas en forma competitiva y eficaz. Los acervos tecnológicos de las empresas son considerados parte sustantiva de su fortaleza en los contextos local y global y, por consecuencia, protegerlos se vuelve también un aspecto importante dentro de su manejo.

En la mayoría de los casos, quien requiere implantar la función de administración de tecnología en una empresa toma como base un modelo de los pocos que existen, le hace ciertas adecuaciones, ya sea para reflejar algunas peculiaridades de la empresa a la que se va a aplicar, o para incorporar algunas contribuciones personales, lo acompaña con algunas herramientas que, las más de las veces, son específicas para una situación en particular y por ende con alcances limitados para su aplicación en otros contextos o para otros aspectos de la función de administración de tecnología. Así, surgen modelos y metodologías muy particulares para la planeación, la asimilación, la transferencia tecnológicas, que responden a las necesidades de un momento dado para una organización, y cuya difusión fuera de ésta es prácticamente nula.

Para la industria nacional es benéfico el realizar investigación sobre los siguientes puntos:

- Aspectos críticos para la consecución de alianzas tecnológicas con empresas líderes mundiales
- Ventajas y desventajas de las distintas formas de organización de las funciones tecnológicas corporativas y de línea
- Métodos para la asignación de prioridades en sus portafolios de proyectos de investigación

- "Autopsias" tecnológicas de proyectos de relevancia en la empresa para la extracción de resultados y beneficios colaterales (que siempre degeneran pero nunca se analizan)
- Integración de los planes tecnológicos y estratégicos
- Facilitadores e inhibidores de las innovaciones y mejoras graduales generadas en el seno de la organización
- Mejora y perfeccionamiento de sus modelos y herramientas de planeación tecnológica
- Esquemas de desarrollo profesional del personal técnico

#### 5.4 Análisis de la Competitividad actual de la Industria Mexicana

Dentro del desarrollo de la Estrategia de Tecnología para la industria mexicana, además de un Análisis de su Entorno es necesario un Análisis Competitivo a través de la determinación de sus capacidades, es decir, de sus fuerzas y debilidades con respecto a otras industrias asentadas en ciertas naciones progresan y se mantienen competitivas mientras que las de otros países se estancan, pierden competitividad que alguna vez tuvieron y eventualmente desaparecen.

Algunas teorías pretenden explicar ese fenómeno mediante la influencia que sobre la competitividad de las empresas ejercen las tasas de cambio de monetario, las tasas de interés, las diferencias en los costos del capital y los déficits fiscales. Otras teorías pretenden explicar este fenómeno en base a la abundancia relativa que esas naciones tienen en recursos naturales para la producción. Otras más lo hacen concentrándose en las políticas que los gobiernos ponen en práctica para apoyar el desarrollo de la competitividad de las empresas, como es el caso de las medidas proteccionistas (aranceles, cuotas, permisos, promoción de exportaciones, subsidios, y las medidas de protección no arancelarias). Finalmente, otras se concentran en el estudio de las prácticas de la administración de las empresas exitosas, como son la promoción de relaciones obrero-patronales constructivas; el trabajo en equipo, la co-administración, etc.

Aunque todas ellas poseen fuertes argumentos, *Porter (1990)* encuentra que no se sostienen para un vasto número de industrias exitosas en países donde no se han dado los factores condicionantes propuestos y sugiere en primer lugar abandonar la idea de "nación competitiva", es decir, sostiene que ninguna nación puede ser competitiva y ser exportadora en términos netos en todos los sectores de su economía, en su lugar afirma que se debe sustituir por el concepto más restringido de "industrias nacionales competitivas" cuando en forma consistente varias empresas basadas en la misma nación y participantes de la misma industria muestran una notoria competitividad global y son capaces de renovar sus ventajas competitivas cuando cambian las condiciones de su entorno. Así, *Porter* señala que la competitividad puede ser un atributo de algunas industrias nacionales y no de una nación completa.

### 5.5 La Tecnología como Ventaja Competitiva en la Industria

La estrategia tecnológica ha cobrado una especial relevancia, ya que se considera a la tecnología como uno de los factores clave para el logro de ventajas competitivas sostenibles en el largo plazo. Debido a los retos existentes, la estrategia de una empresa no sólo incluye la planeación y el control de presupuestos de la firma; actualmente la estrategia es un proceso a largo plazo que permite que las empresas coordinen sus recursos con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, principalmente mejorar la posición competitiva y mantenerla en plazos mayores.

Esta estrategia es formulada en forma más efectiva con la participación de la alta dirección en el proceso de planeación, ya que permite unificar la dirección corporativa, sistematizar procedimientos, segmentar efectivamente a la organización a la vez que introduce disciplinas enfocadas al desempeño a largo plazo de la empresa.

De acuerdo con *Del Río*, en relación a los principales factores que han empujado a la estrategia tecnológica al frente de los asuntos corporativos, se ha señalado la importancia de:

- 1) La incertidumbre, complejidad y discontinuidad de la tecnología,
- 2) La globalización de la tecnología,
- 3) Los nexos entre las actividades tecnológicas y las estrategias de negocios y corporativas,
- 4) La influencia e interrelación con las políticas públicas de tecnología,
- 5) La necesidad de desarrollar competencias clave, y
- 6) La creciente competencia en los mercados internacionales.

Se han sugerido factores adicionales, tales como emplear a la tecnología como variable estratégica para incrementar el valor de procesos, productos o servicios; para considerar la marcha acelerada del cambio tecnológico, la mayor velocidad de cambio de la relación producto-mercado, y el estallido de posibilidades tecnológicas para ser explotadas en el mercado. De esta forma, la administración efectiva y estratégica de la tecnología se vuelve una función básica y vital para la compañía. El hecho de considerar a la tecnología como una función implica la necesidad de desarrollar una estrategia tecnológica, como es el caso con respecto a las estrategias de manufactura, comercialización, finanzas y recursos humanos.

La estrategia tecnológica involucra la administración efectiva de todas las actividades tecnológicas (monitoreo tecnológico, adquisición de tecnología, desarrollo e implantación de tecnología, y explotación de tecnología) estrechamente vinculadas a otras estrategias funcionales; dichas actividades tecnológicas deben estar guiadas por una dirección estratégica corporativa intencional y de largo plazo; también, tales actividades tecnológicas deben planearse y ejecutarse a fin de lograr y sostener una competitividad internacional por largos periodos de tiempo. Las actividades tecnológicas deberían soportarse en el desarrollo, construcción y acumulación de capacidades tecnológicas distintivas que tomen en cuenta los cambiantes ambientes, externo e interno de la empresa. Esta clase de estrategia tecnológica debería llevarse a cabo de una manera multi-funcional, multi-disciplinaria y multi-nivel dentro de la firma.

Para Porter, la tecnología está dentro de los factores más importantes que determinan las reglas de la competencia. Para Horwitch, la tecnología es una parte clave de la administración estratégica moderna. Sin embargo, a pesar de la creciente importancia de la tecnología como un recurso crítico en las corporaciones modernas, no hay un sólo modelo de estrategia tecnológica que nos permita estudiar y analizar la influencia de la tecnología dentro de la corporación de una manera coherente e integral.

Un modelo de estrategia tecnológica debe ser integral y dinámico, porque debe considerar el enlace de las fuerzas externas con el ambiente interno de una firma y ser construido sobre un ajuste continuo a las condiciones cambiantes. Por otro lado, las estrategias tecnológica y de I&D deben estar alineadas con la estrategia corporativa, y ser identificadas y desarrolladas las habilidades distintivas, a través de un proceso de aprendizaje organizacional.

Dentro de un modelo integral y dinámico, la estrategia tecnológica debe ser un componente vital de la estrategia corporativa, siguiendo sus objetivos y dirección durante largos periodos de tiempo; las fuerzas externas del ambiente influyen las estrategias tecnológicas y corporativas, las cuales buscan compensar las capacidades de la firma a su ambiente; los valores, expectativas y objetivos dentro del clima cultural y político de la organización provee la base para el análisis de las estrategias tecnológica y corporativa; las estrategias más importantes deben estar basadas en las habilidades distintivas de la firma; y el aprendizaje organizacional es un proceso para identificar y desarrollar las habilidades distintivas.

La determinación de las estrategias funcionales se basa en el estudio de:

- a) El estado de evolución de la Industria
- b) El nivel de importancia estratégica relativa de cada negocio para la organización
- c) La capacidad actual de la empresa en las áreas del mercado y de la tecnología

La metodología de planeación estratégica permite, además de la selección estratégica funcional, el análisis competitivo puesto que hace uso de información que ha sido generada en etapas anteriores del proceso de planeación y que al aplicarla los administradores y analistas se ven forzados a relacionar su selección específica con el entorno, la empresa, el negocio y otras áreas funcionales de la organización. A su vez, permite también la coordinación estratégica tanto vertical como horizontalmente a lo largo de la estructura de la organización.

Debido a la rápida evolución y sustitución de las tecnologías, al rápido cambio en los hábitos del consumidor y a la competencia cada vez más global y variada es indispensable un alto nivel de coordinación entre la mercadotecnia y la T&D. Los factores antes mencionados reducen el ciclo de vida de los productos, de los mercados, de las industrias y de las tecnologías y a la vez estrechan las oportunidades en los mercados para desarrollar e introducir nuevos productos y nuevas tecnologías, adquirir otras y monitorear las necesidades emergentes en los mercados para estos nuevos productos.

### 5.6 Estrategia Tecnológica

Todos los proyectos de ingeniería requieren el concurso de diversas tecnologías. No obstante, una determinada tecnología es utilizada en más de un proyecto, por lo que las organizaciones que realizan múltiples proyectos tienden a gestionar el recurso tecnológico de una manera general, y no ligada a un proyecto concreto.

En muchos casos, se piensa en necesidades futuras por lo que se puede incorporar tecnología que aún no se va a utilizar. Ello constituye la estrategia tecnológica de la organización.

La estrategia tecnológica implica la definición de un conjunto de procesos de gestión específicos adaptados a la tecnología de que se trate para identificar, evaluar, seleccionar, adquirir, asimilar y utilizar eficientemente, procesos que no terminan cuando ésta es adquirida e incorporada a los proyectos que se ejecuten.

Generalmente, es necesario evaluar su uso o proceder a optimizaciones de la misma. En algún momento hay que tomar la decisión de retirarla por obsolescencia u otros motivos.

La búsqueda de la ventaja tecnológica se resume en dos tipos de actuaciones:

- ✓ Un esfuerzo multifacético para conseguir la integración de la tecnología en la estrategia general del negocio, y entre la tecnología y las necesidades de los clientes a los que se pretende servir
- ✓ Un aumento de los esfuerzos para potenciar la tecnología propia recurriendo a un mayor número y variedad de fuentes tecnológicas externas

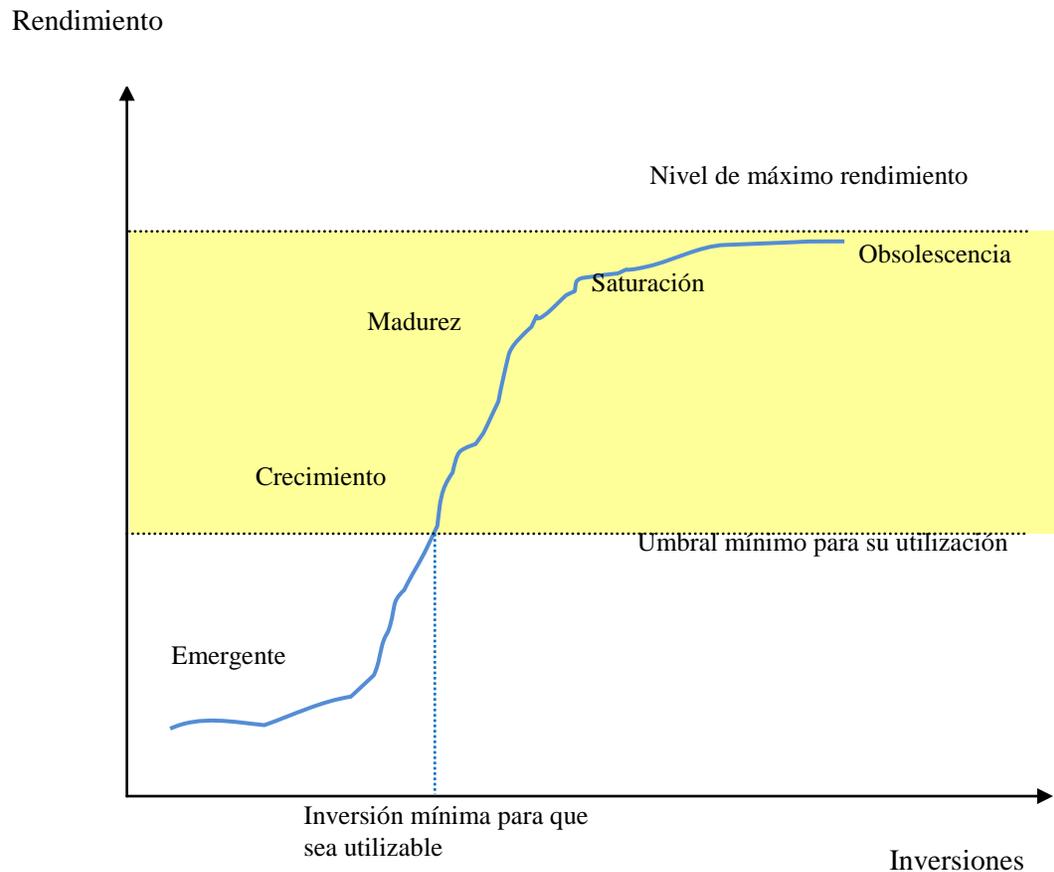
Las decisiones relativas a la adopción de una tecnología las toman las personas: directivos con el nivel de responsabilidad adecuado para ello. Por lo tanto, para conseguir la ventaja tecnológica es necesario integrar la tecnología en la estrategia empresarial implicando a los directivos.

Es evidente que estos niveles y la experiencia y mecanismos para ello cambian mucho de una empresa a otra. Al menos, desde dos puntos de vista:

**Estructura organizativa:** tamaño de la empresa. Las empresas grandes tienden a formalizar la adopción de una tecnología e incluso los mecanismos por los que se evalúan las tecnologías potencialmente adoptables. Por el contrario, las empresas pequeñas tienen más facilidad de poner en marcha los mecanismos de transferencia (casi siempre derivados de la incorporación de tecnología externa).



**FIGURA 3.**  
**Rendimiento de la Tecnología**



La figura 3 representa una típica "curva en S" que generalmente surge cuando se representa la evolución del rendimiento obtenido en un dominio de aplicación con el uso de una tecnología que se obtiene con el tiempo o con las inversiones realizadas (en la figura se indican las inversiones).

El límite se refiere a nivel óptimo de uso o de máximo rendimiento de la tecnología en cuestión. Todas las tecnologías presentan una curva de desarrollo en forma de "S" en la que con el tiempo (y las inversiones efectuadas) mejora la productividad obtenida en su aplicación.

Pero no es sencillo prever el desarrollo de una tecnología en los próximos años y su impacto en los mercados no son sencillas. Únicamente de las tecnologías obsoletas se conoce perfectamente su "curva en S".

### 5.7 Tipos de Tecnología

Podemos encontrar dos tipos de clasificación, desde el punto de vista de la ventaja competitiva y desde el punto de vista de su utilización en un determinado proyecto de la organización.

#### **Desde el punto de vista estratégico:**

*Tecnologías clave.* Son aquellas que la empresa domina completamente y que hacen que mantenga una posición de dominación relativa frente a sus competidores en un cierto mercado (sector) y tiempo.

*Tecnologías básicas.* Son aquellas tecnologías consolidadas que se requieren para el desarrollo de los productos de la organización pero que no suponen ninguna ventaja competitiva porque también son perfectamente conocidas por los competidores.

*Tecnologías emergentes.* Son aquellas tecnologías inmaduras (posiblemente en las primeras fases de su desarrollo) en las que la empresa que consideramos está apostando como base para constituirse en tecnologías clave si sus desarrollos satisfacen las expectativas puestas en ellas. Se asume con ellas un riesgo elevado.

#### **Desde el punto de vista de un proyecto:**

*Imprescindibles.* Cuando sin ellas no se puede realizar. Si estas tecnologías no se conocen (o no suficientemente) en la organización deberán adoptarse las medidas adecuadas para incorporarlas a la organización.

*Convenientes.* Cuando el proyecto se realizaría mejor en el caso de disponer de ellas.

*Auxiliares.* Cuando tienen un papel secundario y se puede realizar el proyecto sin ellas. Estas pueden ahorrar tiempo y coste pero afectan poco a las prestaciones del sistema.

### 5.8 La Administración de la Tecnología

Los proyectos de ingeniería se caracterizan por una utilización intensiva de diversas tecnologías que permitan desarrollar los productos, procesos o servicios objeto de cada uno de los proyectos. En muchos casos, si no existe el conocimiento tecnológico suficiente no se podrá realizar el proyecto e implicará previamente acceder y disponer de la misma con el nivel de conocimiento adecuado. Debido a ello, las empresas dedicadas fundamentalmente a la realización de proyectos deben disponer de las tecnologías adecuadas que permitan su desarrollo (así como conjuntos de proyectos empleando tecnologías similares).

Ello implica disponer de los procesos de gestión adecuados para su identificación, evaluación, selección, adquisición, incorporación a la empresa, optimización y mejora continua. La administración de la tecnología es una poderosa herramienta que se debe enmarcar dentro de los procesos generales de innovación al que están sometidas todas las empresas.

Cada vez en mayor medida, el control del recurso tecnológico proporciona una ventaja competitiva a las organizaciones, sobre todo en aquellas en las que se integra en la estrategia general de la propia organización, y esto es mucho más importante para el caso de organizaciones dedicadas a la generación de productos o servicios en sectores de alta tecnología en las que el periodo de validez de una tecnología concreta (en términos de adecuación y rendimiento comparativo con otras competidoras) es cada vez más reducido (ciclos de producto más cortos).

## 5.9 Evolución de la Administración de la Tecnología

El uso de la tecnología por el Hombre es quizás el factor más importante del Homo sapiens en la carrera evolucionaria por la supervivencia dentro de las especies, pues la criatura humana no es particularmente rápida, fuerte, o quizás aún inteligente. Sin embargo, el uso de la tecnología ha recibido poca atención en la historia del hombre. Afortunadamente, esta situación ha cambiado durante los pasados 40-50 años, y especialmente durante los 80's. De esta manera, la tecnología y la administración de la misma, han recibido una amplia atención por parte de los administradores y los académicos.

En su forma presente, la administración de la tecnología ha existido desde los 80's, pero sus raíces pueden ser identificadas hasta principios de los 70's. *Anders Drejer* propone que la administración de tecnología puede ser dividida en cuatro escuelas que han evolucionado desde principios de los 70's, las cuales se resumen en la tabla 3.

**TABLA 3.**  
**Escuelas de Administración de Tecnología**

<i>ESCUELA / CARACTERÍSTICAS</i>	<i>ADMINISTRACIÓN DE I&amp;D</i>	<i>ADMINISTRACIÓN DE LA INNOVACIÓN</i>	<i>PLANEACIÓN DE LA TECNOLOGÍA</i>	<i>ADMINISTRACIÓN DE TECNOLOGÍA ESTRATÉGICA</i>
Ambiente externo	Estable y en expansión.	Cambiante pero predecible.	Cambiante y discontinuo.	Cambiante, discontinuo e impredecible.
Alcance	Administración de recursos de I&D.	Administración de la innovación en toda la empresa.	Administración de la tecnología en toda la empresa.	Administración e integración de la tecnología con otros aspectos.
Elementos	Gente, ideas, fondos, cultura.	Concepción, invención y explotación de la tecnología.	Análisis y planeación del proceso de desarrollo tecnológico.	Trata con todas las dimensiones de la evolución tecnológica.
Toma de decisiones	Presupuestación y pronóstico Tecnológico.	Pronostico tecnológico, Delphi, administración de proyectos de innovación	Pronóstico de escenarios, planeación y análisis de tecnología.	Administración tecnológica estratégica e integrada.

A continuación se describen las características de cada una de estas escuelas:

## ***1. Administración de I&D***

El punto inicial para la escuela de administración de I&D, así como también para la escuela de administración de la innovación, es el fenómeno de la curva S para el desarrollo tecnológico. De acuerdo a la curva S, las tecnologías son dinámicas, tienen ciclos de vida y van a través de diferentes etapas de madurez.

El fenómeno de la curva S implica que a mayores inversiones acumuladas en el desarrollo de una tecnología dada, mayor es el desempeño de esa tecnología. Esto tiene fuertes implicaciones para los altos directivos, dado que el desarrollo de cualquier tecnología particular es muy caro aunque resultará en mayor desempeño.

Dentro de la primera escuela de la administración de tecnología, se destinaron fondos a la I&D con la finalidad de obtener los beneficios de los altos niveles de desempeño resultantes de los esfuerzos de I&D. Es típico de esta escuela que los cambios tecnológicos se consideren como predecibles, lo cual hace del pronóstico tecnológico una herramienta administrativa muy importante.

La administración de I&D no es considerada normalmente como una responsabilidad de la alta dirección. La I&D es una caja negra dentro de la cual la empresa coloca dinero y recursos, y obtiene los beneficios de la mejora del desempeño tecnológico. La conclusión es que la administración de I&D es en esencia la coordinación de las actividades de muchas personas, con el propósito de optimizar el desempeño tecnológico de la empresa contra aquel de sus competidores.

## ***2. Administración de la innovación***

También es posible centrarse sobre la parte discontinua de la curva S, por ejemplo, de las innovaciones radicales. Considérese que en el desarrollo temprano de una industria, cuando la tecnología cambia rápidamente, la incertidumbre es muy grande.

Como resultado, se rompen y alteran los estándares existentes de la producción y la mercadotecnia. Hoy, los investigadores se centran en el proceso entero de la innovación, desde la invención hasta la comercialización. Cuando los ciclos de vida son cortos, no es suficiente atender la I&D y esperar que esto genere suficientes mejoras en el desempeño. En su lugar, se vuelve necesario separar la invención de la innovación.

La invención es el descubrimiento de algo nuevo, mientras que la innovación incluye al proceso entero desde la concepción hasta la comercialización. De esta manera, la innovación se transforma en un concepto más amplio, no sólo en términos del ciclo de vida tecnológica, sino también en términos de la empresa, en la cual el proceso de innovación incluye a todas las funciones desde I&D hasta manufactura y mercadotecnia.

Dentro de la escuela de administración de la innovación, los cambios tecnológicos se consideran como impredecibles pero todavía predeterminados de acuerdo a la curva S. Con esta perspectiva, la técnica de pronóstico tecnológico Delphi se desarrolló como una herramienta administrativa.

### ***3. Planeación de la tecnología***

La escuela de la planeación tecnológica puede ser considerada como una reacción a un ambiente que ya no es simple y estable. Hay tres hipótesis que explican este desarrollo. De acuerdo a la primera hipótesis, la competencia global lleva a un aumento en el gasto en I&D y una disminución en los ciclos de vida de los productos.

En la segunda hipótesis, el progreso sostenido implica que el tiempo, entre un descubrimiento de un proceso fundamental y su aplicación, se ha vuelto progresivamente más corto con el tiempo. Finalmente, la tercera hipótesis propone que una crisis está ocurriendo, en la cual el sistema técnico petroquímico va a ser reemplazado por un sistema técnico enteramente nuevo.

La tecnología se ha vuelto cada vez más importante para la competitividad de las empresas. La predictibilidad y la simplicidad del cambio tecnológico ya no puede ser dada por sentada.

La escuela de la planeación tecnológica está orientada por la planeación e inspirada en el trabajo de Arthur D. Little y otros, lo cual implica que un conjunto de herramientas analíticas ha sido desarrollado para la planeación de la administración de la tecnología, por ejemplo, el análisis del portafolio tecnológico.

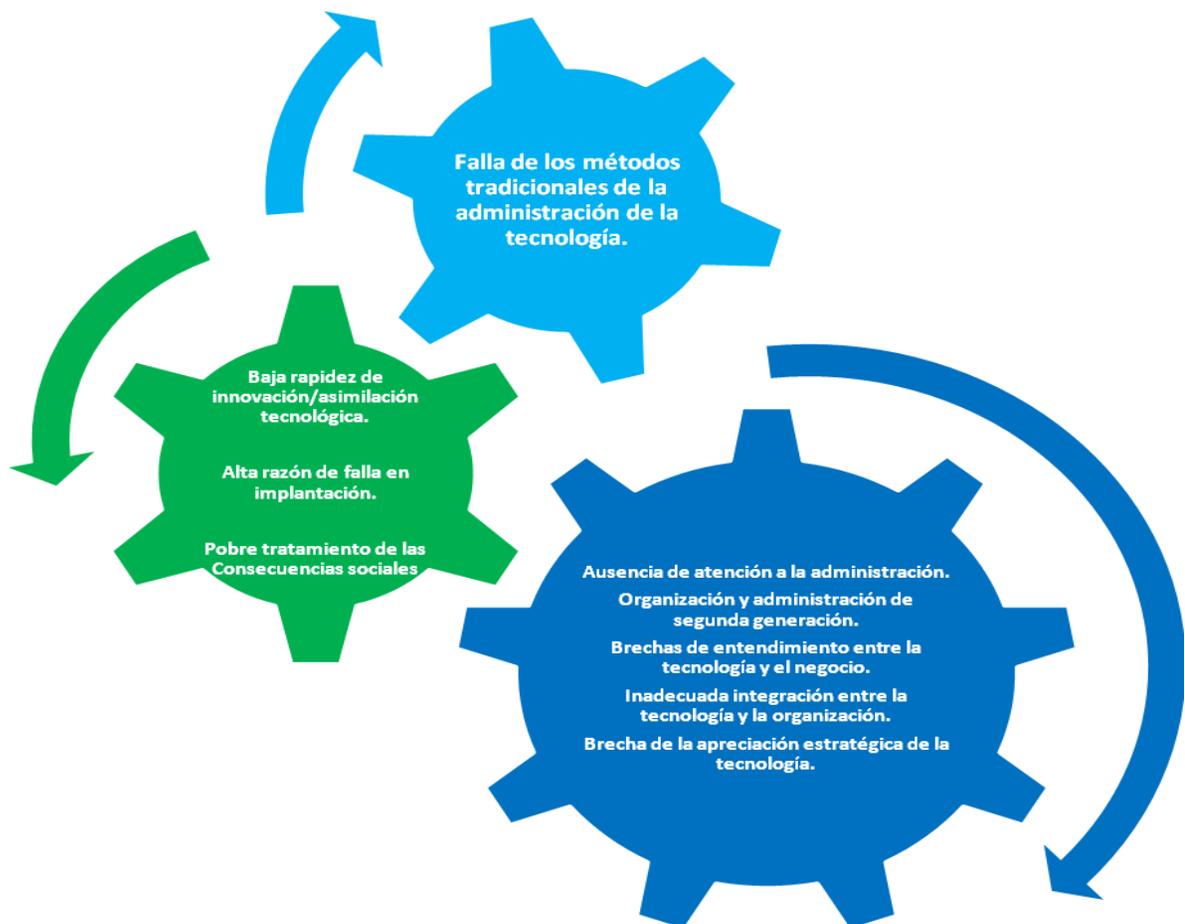
### ***4. Administración estratégica de tecnología***

Recientemente, varios autores sobre la administración estratégica de tecnología han atribuido fallas a las otras tres escuelas.

La figura 4 resume las posibles razones para estas fallas.

FIGURA 4.

Posibles razones de las fallas de las tres primeras escuelas de administración de tecnología



En la figura anterior se muestra cómo es que una serie de elementos interaccionan con la tecnología y la administración de la misma. Además, se puede observar que han alcanzado la agenda de la alta dirección.

La administración estratégica de tecnología (AET) se ha dividido en tres principales corrientes de investigación:

1. *AET basada en la tecnología.* La tecnología se considera como el punto inicial de la administración estratégica.

2. *AET basada en la tecnología y en la organización.* Los recursos humanos y las variables organizacionales son integradas con el desarrollo tecnológico.
3. *AET Integrada.* La tecnología es integrada con el negocio dentro de la administración estratégica.

La figura 5 muestra la evolución de las cuatro escuelas de administración de tecnología, y la tabla 4 contiene la evolución del concepto de administración de tecnología.

**FIGURA 5.**  
**Evolución de las Escuelas de Administración de Tecnología**



Como un resultado del desarrollo histórico de la administración de tecnología, la complejidad de la disciplina, en términos de la incertidumbre y la simplicidad, así como también la manejabilidad del proceso de administración tecnológica, ha aumentado con el tiempo. Esta complejidad ha aumentado en las dimensiones de alcance, elementos y la tecnología, dimensiones que caracterizan a las cuatro escuelas de administración de tecnología.

**TABLA 4.**  
**Evolución del Concepto de Administración de Tecnología**

Periodo	Tecnología	Elementos	Alcance
80's	Herramienta	Desarrollo de Producto	Nivel de I&D
90's	Sistema	Desarrollo de Tecnologías	Nivel Corporativo
2000's	Valor	Integración de Tecnología	Nivel Estratégico

## 6. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

### 6.1 Identificación de Soluciones

Dado que el reto y objetivo principal del área encabezada por el Dr. Rueda es definir en corto tiempo la estratégica tecnológica integral de la empresa que la ayude a posicionarla a nivel mundial, cerrar las brechas tecnológicas que existen entre Pemex Refinación y las empresas líderes del mundo, así como crear liderazgo tecnológico en algunas áreas estratégicas en la industria de refinación, se requiere la implantación del Modelo de Administración de la Tecnología más adecuado que permita cumplir con dicho objetivo. En este punto fue necesario contar con una definición de modelo de administración de tecnología, con el propósito de establecer los elementos descriptivos de los diferentes modelos identificados en la literatura.

*Modelo de Administración de Tecnología: Sistema que comprende las metodologías, procedimientos y prácticas que buscan optimizar la administración de tecnología.*

De acuerdo con la definición anterior, se buscó en la literatura una serie de modelos de administración de tecnología, los cuales pudieran representar una probable solución a la problemática de la Unidad de Tecnología dirigida por el Dr. Rueda. Al analizar la literatura recopilada, en busca de los diferentes modelos existentes de administración de tecnología, se destacan los siguientes puntos:

1. La literatura sobre la administración de tecnología se concentra en la descripción de las herramientas y técnicas para analizar el portafolio tecnológico de una firma.
2. La innovación tecnológica es uno de los objetivos centrales de la administración tecnológica actual, y es considerada como ideal, de tal forma que los autores pasan por alto que la innovación tecnológica puede tanto crear como resolver problemas.
3. La administración de tecnología está centralizada en los niveles más elevados de administración de una empresa, limitando la aportación de los niveles inferiores en la formulación de los planes estratégicos de las empresas.
4. La mayor parte de la literatura sobre administración estratégica de la tecnología ignora que la formulación de estrategias dentro de las firmas es un proceso político, es decir, que la toma de decisiones está influida por los conflictos internos de las empresas, las presiones sociales y las políticas externas.
5. Las amplias implicaciones sociales y ambientales, de la innovación tecnológica, son continuamente ignoradas en la literatura de la administración de tecnología. La perspectiva crítica de la administración de la tecnología debería mejorar el entendimiento de los procesos sociales provocados por el cambio tecnológico, y estimular a los administradores participantes a evitar las consecuencias indeseadas de la innovación sobre ellos mismos, su empresa y el medio ambiente.

6. La administración de tecnología es normalmente presentada desde una perspectiva estrecha; por ejemplo, la innovación, la I&D, o la productividad. Estas perspectivas limitadas tienden a simplificar y distorsionar la naturaleza de la administración de tecnología.

Considerando que:

- i. La administración de tecnología es el enlace de las disciplinas científicas, ingenieriles y administrativas, para planear, desarrollar e implementar las capacidades tecnológicas de una empresa, de tal forma que permita definir y alcanzar los objetivos estratégicos y operacionales.
- ii. La administración de la tecnología trata con las actividades técnicas dentro de un amplio espectro de áreas funcionales incluyendo la investigación básica, la investigación aplicada, el desarrollo, el diseño, la construcción, la manufactura u operaciones, las pruebas, el mantenimiento, y la transferencia de tecnología. En este sentido, el concepto de administración de tecnología es tan amplio que no sólo cubre la I&D sino también la administración de las tecnologías de producto y de proceso. Vista desde esta perspectiva, la administración de tecnología es la integración de las estrategias tecnológicas y de negocios en las empresas. Esta integración requiere de la coordinación deliberada de la investigación, la producción, y las funciones de servicios con la mercadotecnia, las finanzas, y las funciones de recursos humanos en la empresa.

Del análisis de la literatura recopilada, *las probables soluciones identificadas son:*

- a) Implantar un modelo de 1a Generación de administración de I&D de Roussel / Saad / Ericksson,
- b) Implantar un modelo de 2a Generación de administración de I&D de Roussel / Saad / Ericksson,
- c) Implantar un modelo de 3a Generación de administración de I&D de Roussel / Saad / Ericksson,
- d) Implantar un modelo de 4a Generación de administración de I&D de Miller,
- e) Implantar un modelo de 5a Generación de administración de I&D de Senge / Savage / Quinn,
- f) Implantar el modelo de Pugh-Roberts de McDonald / Adler
- g) Implantar el modelo de Diamond Technological Process, (DTP) de Alfonso Barreto González.

A continuación se resumen las características principales de cada uno de estos modelos:

## **6.2 Modelo de 1ª Generación de Administración de I&D de Roussel / Saad / Ericksson**

La principal estrategia fue operar aisladamente la I&D con actividades impredecibles, sujeta a una interacción afortunada. La I&D era percibida como un gasto general y administrada dentro de una organización funcional, y jerárquica tradicional. La comunicación era limitada, debida en parte a la actitud de los investigadores. La tecnología de la información era embriónica, con acceso limitado a las computadoras. La tecnología era considerada como el bien administrado. La atención se centró en la retención del cliente.

## **6.3 Modelo de 2ª Generación de Administración de I&D de Roussel / Saad / Ericksson**

En los 60's y los 70's, los departamentos de I&D comenzaron a vincularse con el resto de las funciones corporativas. Esta nueva orientación a nivel de proyecto reconoció el valor de la estrategia combinada necesaria para el desarrollo de productos. La interdependencia aumentada favoreció la cooperación proactiva y la comunicación a través de las unidades técnicas y las unidades de negocio, con mayor orientación hacia el mercado.

Las estrategias de administración incluyeron costos compartidos de proyectos dentro de una estructura organizacional matricial. Las decisiones de asignación de recursos fueron hechas sobre una base proyecto-proyecto sobre parámetros de financiamiento generales. Los sistemas de soporte de tecnología fueron principalmente datos basados en análisis y síntesis estadísticos. El proyecto fue considerado como el bien administrado. La atención se centró en la retención del cliente.

## **6.4 Modelo de 3ª Generación de Administración de I&D de Roussel / Saad / Ericksson**

Antes de los 80's, los administradores de I&D pensaron en alcanzar a la empresa completa, creando relaciones formales con las unidades de negocio en el interés de la integración tecnología-negocio. La administración de I&D fue más sistemática, con la exploración y determinación conjunta, administradores de I&D y generales, de las decisiones del portafolio tecnológico.

Este estilo de administración dio una visión más holística con la colaboración estructurada en el nombre de I&D útil. Los riesgos son reducidos y compartidos en los beneficios de las buenas decisiones de investigación. El soporte de la tecnología de administración está más basada en la información, reconociendo el valor del contexto de los datos. La empresa es el bien a ser administrado.

### 6.5 Modelo de 4ª Generación de Administración de I&D de Miller

Considera un proceso de aprendizaje con los clientes como la única manera de tratar con el paso acelerado y alcance global del cambio. Las empresas que experimentan ahora con la tecnología de la información como un arma competitiva, están forzadas a dirigir la paradoja de la productividad, las inversiones de capital en tecnología no producen mejoras significativas en la productividad del servicio. El riesgo debe ser balanceado con el factor de oportunidad del negocio, lo cual disminuye el tiempo.

Al construir las capacidades, individuales y de grupo, para satisfacer las necesidades del mercado, las ideas nuevas deben ser primero validadas en la práctica dentro de un proceso cíclico de retroalimentación. La gente valora la nueva capacidad la lleva a los productos y servicios nuevos, y en última instancia a los nuevos negocios. Al reconocer la necesidad la visión multifuncional, y multidisciplinaria, las emergentes comunidades de práctica son integrales para el entendimiento de las oportunidades futuras de negocio. El cliente es el bien a administrar. En ambas, tercera y cuarta generación, el foco es la satisfacción del cliente.

### 6.6 Modelo de 5ª Generación de Administración de I&D de Senge / Savage / Quinn

Los conceptos de la cuarta generación pueden ser realmente más representativos de una emergente quinta fase. Miller señala canales de conocimiento, la era del conocimiento que sigue a la era industrial, y la necesidad por aumentar la productividad del trabajador del conocimiento.

En la anticipada quinta generación de I&D, las prácticas de administración que llevarán efectivamente a las empresas dentro del siguiente milenio debe estar basada en el conocimiento. Los sistemas de administración deben ser colaborativos, no competitivos, y orientados hacia el sistema de innovación total, diseñado con proveedores, distribuidores, socios, y clientes, todos como participantes integrales en la definición de las nuevas fronteras.

El desempeño del negocio no será más evaluado de acuerdo al capital financiero, sino será medido en términos de bienes intelectuales y la habilidad para crear y aplicar las nuevas ideas en el mercado. Las redes de aprendizaje simbióticos (electrónico y humano), será esencial para las operaciones diarias así como para la formulación de estrategias. Todos los participantes en el sistema de innovación serán automotivantes, y responsables por la creación de nuevo conocimiento como una manera de añadir valor a la corporación y los clientes. De esta manera, los administradores monitorearán el flujo del conocimiento con el mismo rigor a como ellos previamente administraron el flujo monetario de capital y el flujo de materiales hacia productos y servicios.

La tecnología de la información, con sistemas sofisticados de computadoras y comunicación, incorporarán las capacidades de procesamiento del conocimiento para aprender y prever inteligencia para todos los participantes en la empresa de I&D. El conocimiento es el bien a ser administrado y una nueva orientación sobre el éxito del cliente da una vista de cómo crear un futuro juntos.

### 6.7 Modelo de Pugh Roberts de McDonald / Adler

Los autores de esta metodología se basan en la evaluación de las funciones técnicas de la organización, en función de indicadores a través de los cuales es posible realizar un diagnóstico del proceso de administración e identificar los elementos que son susceptibles de mejorarse. De acuerdo con los autores, la metodología que proponen, ayuda a los administradores tanto en el proceso de toma de decisiones para el establecimiento de metas, como en el logro de las mismas.

Las funciones técnicas necesitan no sólo ser comparadas a través de su producción, sino también a través de su proceso de administración estratégica, a pesar de la gran cantidad de literatura con respecto a la evaluación de diferentes elementos en I&D, no existe todavía una herramienta que permita la evaluación de las funciones técnicas estratégicas. El enfoque global de las funciones técnicas debe ser establecido claramente, detallando misión, objetivos y planes estratégicos, que sean ampliamente aceptados a través de las funciones y el negocio.

La función técnica debe administrar la tecnología como un negocio, dando la debida atención a sus procesos clave, sus recursos y los vínculos internos y externos. Las políticas deben ser claramente articuladas, de manera que guíen diariamente el proceso de toma de decisiones, estas políticas deben ser también comprensivas y congruentes con las prioridades estratégicas y compatibles entre ellas mismas. Las funciones técnicas estratégicas pueden considerarse como administradores que evaluar la fuerza y la debilidad de sus propias capacidades técnicas en base a las oportunidades y retos presentados por el ambiente de mercado.

### 6.8 Modelo de Diamond Technological Process, (DTP) de Alfonso Barreto González

Este modelo pretende la adopción de nueva serie de principios para la administración de la tecnología estableciendo que la tecnología por sí misma no conduce al aseguramiento ni la garantía de la competitividad de las empresas.

En lugar de ello, el modelo en cuestión implica el uso virtual de la información basado en la administración del cambio que fortalece a los recursos humanos, como el valor más importante de la empresa. Cuando comenzó la era industrial, la propiedad surgió como una manera conveniente de organizar a la gente, los recursos, y la tecnología.

Más recientemente hemos intentado matricular estas jerarquías para aumentar la comunicación entre todas las unidades corporativas. Y ahora estamos colocando a la gente dentro de las redes de trabajo basadas en las computadoras.

En la tabla 5 se resumen las características de cada una de las generaciones.

**TABLA 5.**  
**Generaciones de Administración de I&D**

	<b>1<sup>a</sup>. Generación La tecnología como bien</b>	<b>2<sup>a</sup>. Generación El proyecto como bien</b>	<b>3<sup>a</sup>. Generación La empresa como bien</b>	<b>4<sup>a</sup>. Generación El cliente como bien</b>	<b>5<sup>a</sup>. Generación El conocimiento como bien</b>
<b>Estrategia Central</b>	I&D aislada	Vínculo a negocio	Integración Tecnología / Negocio	Integración I&D / Cliente	Sistema de innovación colaborativo
<b>Factores del Cambio</b>	Descubrimientos impredecibles	Interdependencia	Administración de I&D sistemática	Cambio global acelerado	Dinámica caleidoscópica
<b>Funcionamiento</b>	Unidad de I&D de alto nivel	Costos compartidos	Balance Riesgo / Beneficio	Paradoja de la productividad	Capacidad / Impacto intelectual
• <i>Organización</i>	Jerárquica / Funcional	Matricial	Coordinación distribuida	Comunidades de práctica multidimensionales	Redes simbióticas
• <i>Recursos Humanos</i>	Competencia ellos / nosotros	Cooperación proactiva	Colaboración estructurada	Orientación sobre valores y capacidades	Innovadores del conocimiento, autoadministradores
• <i>Toma de decisiones</i>	Comunicación mínima	Base proyecto vs. Proyecto	Portafolio de I&D estratégico	Retroalimentación continua de información	Flujo de conocimiento y aprendizaje a través de la organización
<b>Tecnología</b>	Embriónica	Basada en estadísticas	Basada en la información y su contexto	Tecnología de información como arma competitiva	Procesadores de conocimiento inteligente



## 7. FUNDAMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN ELEGIDA

### 7.1 Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología Identificados

Para determinar cuál es el modelo de administración de tecnología más conveniente a implantar en Pemex Refinación, se hace necesario efectuar un análisis comparativo de los modelos de administración de tecnología identificados.

La descripción de los diferentes modelos se presenta de acuerdo a los siguientes elementos del proceso de administración de tecnología:

- Periodo de Desarrollo:* Se indica el lapso en que se identificó como modelo de administración de tecnología,
- Autor:* Se presentan los autores del modelo de administración de tecnología,
- Institución:* Se indica la institución donde dichos autores laboran,
- Filosofía:* Se presenta el planteamiento global del modelo,
- Característica Principal:* Se menciona la estrategia fundamental del modelo de administración,
- Determinación de Objetivos y Estrategias Tecnológicas:* Se describen las características del proceso de planeación estratégica del modelo,
- Toma de Decisiones:* Se describe el proceso de toma de decisiones que propone el modelo,
- Estructura Organizacional:* Se presenta la propuesta del modelo con respecto al tipo de la organización y sus características particulares,
- Recursos Humanos:* Se describe el sistema de administración de personal del modelo,
- Dirección:* Se mencionan los tipos, características y herramientas del liderazgo y la autoridad para conducir la administración de la tecnología y
- Control del Sistema de Proyectos:* Se describen las características del proceso de administración de proyectos del modelo.

Tomando en cuenta estos elementos descriptivos, la tabla 6 presenta una matriz que permite identificar las características generales de los diferentes modelos de administración de tecnología, y realizar una comparación cualitativa entre los mismos.

**TABLA 6.**  
**Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología identificados**

ELEMENTOS	MODELOS DE ADMINISTRACION						
	1° GENERACION	2° GENERACION	3° GENERACION	4° GENERACION	5° GENERACION	PUGH-ROBERTS	DIAMOND TECNOLOGICAL PROCESS, DTP
PERIODO EN QUE SE DESARROLLÓ	50's	70's	Principios 80's	Fines de los 80's	90's	90's	90's
AUTOR	ROUSSEL/SAAD/ERICKSON <sub>1</sub>	ROUSSEL/SAAD/EE RICKSON <sub>1</sub>	ROUSSEL/SAAD/ERICKSON <sub>1</sub>	WILLIAM L. MILLER	SENGE/SAVAGE/QUINN	ADLER/McDONALD/MACDONALD	ALFONSO J. BARRETO
INSTITUCION	Arthur D. Little, USA	Arthur D. Little, USA	Arthur D. Little, USA	Steelcase, USA	National Research Council, USA	USC/Pugh-Roberts Associates/consultor independiente	Consultor Independiente, Venezuela
FILOSOFIA	La combinación correcta de conocimiento, dinero, equipo y tiempo para que los científicos e ingenieros generen ideas en forma aislada y libre, se traduce en rentabilidad y ganancias para la corporación	Orientación hacia los proyectos donde se reconoce el valor de la combinación de los esfuerzos entre las unidades de negocios y de I&D, necesaria para el éxito en el desarrollo de productos.	Colaboración estratégica y operacional entre la unidad I&D y las otras unidades funcionales, basadas en una relación de tipo "socios", compartiendo riesgos y beneficios.	Fortalecimiento de la empresa por medio de la identificación de nuevos negocios, a través de una estrecha y continua colaboración de la unidad I&D con el cliente.	La fortaleza de la empresas se basa en el conocimiento, y son administradas a través de sistemas de innovación colaborativos, diseñados conjuntamente con proveedores, socios, distribuidores y clientes.	La administración estratégica de las funciones técnicas es el elemento clave en el éxito corporativo.	Orientación no solo en la tecnología sino principalmente en el personal, la información y los procesos.
CARACTERÍSTICA PRINCIPAL	La unidad de I&D está aislada del resto de la organización	Se considera como un período de transición entre la primera y tercera generaciones de administración. Se identifican los primeros intentos por vincular la administración de negocios con la administración de I&D, a través de una mejora de la comunicación entre las mismas.	Integración Tecnología/ Negocio	Integración I&D/Cliente Se considera como un período de transición entre la tercera y la quinta generaciones.	El conocimiento es el bien a administrar, y la formación de redes de trabajo virtuales <sup>(3)</sup>	Integración de las funciones técnicas y la planeación estratégica.	Estructura de administración que conjunta todas las estrategias, políticas, comunicaciones e información, dirigidas al diseño de productos de innovación que satisfagan los requerimientos del mercado.

**TABLA 6.**  
**Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología identificados (cont.)**

ELEMENTOS	MODELOS DE ADMINISTRACION						
	1° GENERACION	2° GENERACION	3° GENERACION	4° GENERACION	5° GENERACION	PUGH-ROBERTS	DIAMOND TECHNOLOGICAL PROCESS, DTP
<b>DETERMINACION DE OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los administradores de I&amp;D son los principales responsables en la formulación de los objetivos y estrategias tecnológicas.</li> <li>Se considera que la misión I&amp;D es proteger y fortalecer a la empresa como un soporte técnico para el desarrollo de productos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existe un vínculo definido entre las estrategias tecnológicas y de negocios, por esta razón, las estrategias y objetivos de I&amp;D son determinados en forma casi independiente a los objetivos y estrategias de negocios</li> <li>Se realizan los primeros Intentos de enlazar I&amp;D a las necesidades del negocio, sobre una base de evaluación entre proyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer estrategia central la integración de los planes de I&amp;D con los planes de negocio. Proceso en el que intervienen los directores de alto nivel de las diferentes unidades funcionales.</li> <li>Los administradores de I&amp;D junto con los administradores generales, formulan las estrategias integrales que toman en cuenta la sinergia entre los proyectos, particularmente cuando son compartidos por diferentes unidades de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las estrategias tecnológicas están orientadas por la identificación de las necesidades y las expectativas de los clientes.</li> <li>La planeación estratégica es influenciada por los cambios en la estructura de la industria, la innovación tecnológica, las tendencias y crisis, macroeconómicas, los cambios en el marco legal, y la competencia en el mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las estrategias y planes de negocio son establecidos por las redes virtuales de trabajo multifuncional, a partir de la información del mercado, la competencia, los proveedores y los socios.</li> <li>Son esenciales las redes de trabajo de aprendizaje simbiótico (electrónico y humano) en la formulación de estrategias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integración de la misión de la empresa con las funciones técnicas.</li> <li>Los planes y objetivos de las funciones técnicas son integradas a los planes y objetivos de las otras áreas funcionales de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los administradores de I&amp;D plantean las políticas, la misión, los intereses y las metas en base al uso competitivo de la tecnología y la cultura organizacional tecnológica.</li> </ul>

**TABLA 6.**  
**Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología identificados (cont.)**

ELEMENTOS	MODELOS DE ADMINISTRACION						
	1° GENERACION	2° GENERACION	3° GENERACION	4° GENERACION	5° GENERACION	PUGH-ROBERTS	DIAMOND TECNOLOGICAL PROCESS, DTP
<b>TOMA DE DECISIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las decisiones de I&amp;D se basan en las intuiciones personales de los administradores sobre los resultados de las investigaciones.</li> <li>En cuanto a los proyectos, el administrador de I&amp;D determina el qué, el cuándo y el cuánto, teniendo poca responsabilidad sobre el costo total de los resultados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los administradores de I&amp;D son los responsables de las decisiones tecnológicas, considerando la perspectiva de los proveedores y clientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los administradores de I&amp;D junto con los administradores generales exploran, asignan y deciden el área de investigación, establecen la relevancia y la programación de los proyectos y determinan los requerimientos financieros.</li> <li>Se mejora la calidad de las decisiones tomadas por media de una relación de “colegas” que se establece entre los administradores de I&amp;D.</li> <li>Selecciona las metas ubicando la investigación dentro del contexto de los negocios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enfatiza la construcción de canales de flujo de la información, con el propósito de optimizar el proceso de toma de decisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las decisiones se llevan a cabo tomando en cuenta la opinión, los razonamiento, la experiencia y los conocimientos de todos los profesionales involucrados en el proceso de toma de decisiones, dentro de un ambiente respecto y colaboración.</li> <li>En la libre toma de decisiones es importante que la alta dirección ejerza cierto nivel de autoridad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación de todas las unidades funcionales de la compañía en la definición de los objetivos tecnológicos.</li> <li>Análisis sistemático de la competencia, los mercados, las tendencias sociales y su impacto sobre los proyectos futuros.</li> <li>Continua exploración de las amenazas y las oportunidades con la participación de los clientes, proveedores, universidades, gobierno, industria, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se fomenta la toma de decisiones en los niveles inferiores de la empresa para mejorar los procesos que dependen de la tecnología que afecta a la calidad de los productos.</li> </ul>

**TABLA 6.**  
**Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología identificados (cont.)**

ELEMENTOS	MODELOS DE ADMINISTRACION						
	1° GENERACION	2° GENERACION	3° GENERACION	4° GENERACION	5° GENERACION	PUGH-ROBERTS	DIAMOND TECHNOLOGICAL PROCESS, DTP
<b>ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La estructura organizacional es del tipo pirámide rígida.</li> <li>• La I&amp;D está organizada en centros por disciplina técnica y centralizada a nivel divisional.</li> <li>• La presupuestación se hace a través de un sistema de cascada descendente, donde cada nivel define cómo gastará el presupuesto que le correspondió.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permanece la estructura tipo piramidal pero con mayor flexibilidad organizacional.</li> <li>• Centraliza la investigación básica y descentraliza la investigación aplicada relacionándola al negocio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece una cultura a lo largo de la organización que permite un ambiente de colaboración estrecha entre la administración de I&amp;D y la administración general.</li> <li>• Permite flexibilidad entre los niveles jerárquicos de la estructura organizacional con objeto de mejorar la comunicación y la toma de decisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se propone la formación de comunidades de trabajo multifuncional <sup>(4)</sup>, como una herramienta organizacional en la integración del sistema de innovación.</li> <li>• El cliente es integrado a la arquitectura organizacional, haciéndolo participe del proceso de planeación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura que permite la formación de redes virtuales de trabajo multifuncional entre los diferentes niveles de la organización.</li> <li>• Integración de la tecnología de la información y la comunicación a la estructura organizacional (redes simbióticas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras enfocadas fuertemente al alcance de los objetivos estratégicos.</li> <li>• Estructuras con flexibilidad suficiente para promover iniciativas emprendedoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se crean estructuras con equipos del personal directamente involucrados en la toma de decisiones, integrando también al proveedor y al cliente de la empresa.</li> <li>• La planeación tecnológica, los recursos humanos, la información, los procesos y los productos, aseguran una interrelación a lo largo de la toda estructura de la empresa.</li> </ul>

**TABLA 6.**  
**Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología identificados (cont.)**

ELEMENTOS	MODELOS DE ADMINISTRACION						
	1° GENERACION	2° GENERACION	3° GENERACION	4° GENERACION	5° GENERACION	PUGH-ROBERTS	DIAMOND TECHNOLOGICAL PROCESS, DTP
<b>RECURSOS HUMANOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escasa comunicación entre las unidades de I&amp;D y de negocios, de manera que uno desconoce las actividades del otro.</li> <li>• El personal de las unidades de negocio y de I&amp;D se encuentra distante e incierto del papel y responsabilidades de su contraparte.</li> <li>• El reclutamiento del personal técnico se basa únicamente en el conocimiento del individuo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El reclutamiento se basa en la búsqueda, identificación y reconocimiento de los individuos con mayor talento, dentro y fuera de la empresa.</li> <li>• Los administradores de I&amp;D empiezan a ser capacitados en conocimientos administrativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El buen desempeño de I&amp;D se promueve a través de un ambiente de integración fraternal del personal.</li> <li>• El reclutamiento, entrenamiento y desarrollo profesional están integrados a la estrategia del I&amp;D.</li> <li>• Se reconoce la importancia de tener administradores inteligentes y comprometidos, de manera que el proceso de administración se ajuste a los principios de la teoría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se da atención al desarrollo de la capacidad de la gente para resolver problemas de mayor complejidad en menor tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considera que la riqueza de la empresa está basada en el conocimiento y las habilidades del personal.</li> <li>• Desarrolla y aprovecha el conocimiento y las habilidades de los integrantes de los equipos de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reclutamiento basado en una mezcla de habilidades y planes de desarrollo a largo plazo para el personal, involucrándose en la selección a todos los niveles de la organización.</li> <li>• Programas de desarrollo de carrera bien definido y orientado dentro de los objetivos de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considera importante que el personal comparta su experiencia dentro de una fuerte organización, basada en equipos de trabajo, que promueve el liderazgo.</li> </ul>

**TABLA 6.**  
**Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología identificados (cont.)**

ELEMENTOS	MODELOS DE ADMINISTRACION						
	1° GENERACION	2° GENERACION	3° GENERACION	4° GENERACION	5° GENERACION	PUGH-ROBERTS	DIAMOND TECHNOLOGICAL PROCESS, DTP
<b>DIRECCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La responsabilidad de la planeación tecnológica se delega a los investigadores, los cuales se encuentran en un ambiente de total libertad, en cuanto a los objetivos y metas, sin ningún compromiso de tiempo para el logro de resultados.</li> <li>• Poca intervención de la administración general en las decisiones tecnológicas, lo que conduce a una falta de liderazgo en la organización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece una cooperación y comunicación proactiva entre las unidades técnicas y las unidades de negocios, basada en las necesidades del mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece una comunicación productiva, continua y de mutuo respeto entre la unidad de I&amp;D y todas las unidades de la organización.</li> <li>• El rol del administrador general no es sólo el asignador de recursos, sino el responsable de establecer el liderazgo y las disciplinas necesarias para la excelencia.</li> <li>• El administrador de I&amp;D tiene una perspectiva corporativa y establece no sólo la importancia que cada proyecto tiene para el negocio, sino que además establece la relevancia del negocio para la corporación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce la importancia de la naturaleza multidisciplinaria y multifuncional de las comunidades de trabajo, porque de esta manera se logra la integración de las personas con un propósito común y un ambiente donde compartan sus conocimientos, experiencias y creencias y otros factores, sin existir delimitaciones de las funciones y responsabilidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomenta la administración personal de las propias responsabilidades dentro de los equipos de trabajo.</li> <li>• Crea un ambiente de confianza y comunicación a lo largo de toda la organización.</li> <li>• Desarrolla un sistema de normas, valores y reconocimientos como apoyo a los equipos de trabajo.</li> </ul>	<p>NO SE DISPONE DE ESTA INFORMACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce la importancia de la motivación del personal, que se basa en un reto continuo en la innovación, reduciendo el esfuerzo, los costos y el tiempo.</li> </ul>

**TABLA 6.**  
**Descripción de los Modelos de Administración de Tecnología identificados (cont.)**

ELEMENTOS	MODELOS DE ADMINISTRACION						
	1° GENERACION	2° GENERACION	3° GENERACION	4° GENERACION	5° GENERACION	PUGH-ROBERTS	DIAMOND TECHNOLOGICAL PROCESS, DTP
<b>CONTROL DE SISTEMAS DE PROYECTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existe un sistema formal de planeación y control de proyectos y como consecuencia los resultados son totalmente impredecibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los proyectos se convierten en los bienes estratégicos a administrar.</li> <li>Las decisiones estratégicas se basan en una comparación proyecto contra proyecto.</li> <li>En este período se comienza a valorar los beneficios de coordinar los objetivos y las características de los proyectos.</li> <li>Se introducen medidas cuantitativas y económicas para la evaluación de los resultados de los proyectos, tales como el ROI y VPN<sup>(2)</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Balance estratégico entre los proyectos clave y las necesidades y oportunidades del negocio.</li> <li>Reconoce la importancia de la asignación precisa de los recursos más que en la cantidad de recursos destinados a la investigación.</li> <li>Los resultados y progresos son evaluados regularmente contra los objetivos programados.</li> <li>Los resultados tecnológicos deseados se especifican al inicio de los programas de los proyectos, basándose en los objetivos estratégicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los proyectos se ubican dentro de un ciclo de evaluación y reajuste, en función de los cambios en las necesidades y los requerimientos del cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establece una coordinación interfuncional (participan varias unidades funcionales) de los proyectos con objeto de que las acciones tomadas sean oportunas y estratégicas para fortalecer la presencia de la empresa en el mercado.</li> <li>Se mide el desempeño no solo en términos del capital financiero, sino también, considerando la riqueza intelectual y la habilidad para crear y aplicar las nuevas ideas en el mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los criterios de selección de los proyectos están estrechamente relacionados con las estrategias de negocios.</li> <li>La planeación y la ejecución de los proyectos se hace de una manera interfuncional (participan varias unidades funcionales).</li> <li>Los proyectos son administrados por objetivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La selección de los proyectos se basa principalmente en la estandarización de los procesos y los resultados del trabajo.</li> <li>Las normas de estandarización y los sistemas de control de proyectos son los factores principales para justificar las inversiones.</li> </ul>

**Notas:**

- Dado que Roussel, Saad y Erickson son los que identifican y caracterizan las tendencias de administración de I&D como generaciones de I&D en su libro Third Generation R&D, se mencionan como los autores de dichos modelos.
- Métodos económicos para determinar la rentabilidad de los proyectos: ROI.- Tasa interna de Retorno, VPN.- Valor presente Neto.
- El término virtual se refiere a la formación de redes o equipos de trabajo que están integrados con la tecnología de la información, como los sistemas de cómputo y de comunicaciones.

### 7.2 Análisis de los Modelos de Administración de Tecnología Identificados

Analizando la tabla 6 se puede observar:

1. A partir de la segunda generación se identifica a la tecnología como un elemento potencial de competitividad y supervivencia para la empresa. Asimismo, en la 2a generación, se detectan los primeros intentos de la integración de la tecnología con los objetivos y estrategias de la empresa. También, se encuentran elementos pertenecientes a la primera y tercera generaciones como la transición gradual entre dichas generaciones. No por ello, la segunda generación, resulta de menor importancia, sino por el contrario, es una etapa de reajuste y cambios de ideas para el surgimiento de otras.
2. Es a partir del modelo de tercera generación que se establecen metodologías y procedimientos formales para lograr la integración I&D-negocios.
3. El modelo de Pugh-Roberts tiene el mismo enfoque que el modelo de 3a generación.
4. En el modelo de la 5a generación, la formación de redes de trabajo, a lo largo de la organización, con la participación de clientes y proveedores, y utilizando la tecnología de cómputo y de comunicaciones, optimiza el proceso de administración y permite que el proceso de toma de decisiones sea más eficiente.
5. En el modelo de 5a generación se puede observar que el concepto de autoridad y los niveles jerárquicos permanecen, pero el ejercicio de ellos disminuye, estableciéndose relaciones basadas en la naturaleza de una sociedad o comunidad, más que de jefatura y subordinados.
6. El modelo DTP corresponde a un modelo aplicado a una empresa petrolera venezolana, la cual presenta características similares a las de las empresas paraestatales nacionales. Por tal razón, se incluyó dentro de este estudio como un modelo que resulta conveniente de analizar, para observar las prácticas de la administración de tecnología en países Latinoamericanos, debido a que nuestras culturas y formas de organización empresarial contienen muchas similitudes.
7. El modelo DTP, debido a sus características, corresponde y atiende a las características del modelo de 5a generación, sólo que con elementos aplicados en particular a una empresa con necesidades y características particulares. Y no por ello, es de inutilidad incluirlo dentro de este estudio, sino que puede aportar elementos de valor al trabajo.
8. A partir del modelo de 3a generación, se reconoce a la administración de los recursos humanos como un aspecto crítico; esta tendencia se manifiesta en su totalidad en los modelos de 5a generación y de DTP, en donde se considera que el personal debe autoadministrarse en sus responsabilidades.
9. Las tendencias actuales en administración de tecnología consideran que el conocimiento y la información son los elementos clave a administrar.

### 7.3 Variables a considerarse en el Modelo de Administración de Tecnología a implantar en Pemex Refinación

De acuerdo con el análisis de la literatura, se identificaron seis aspectos clave que caracterizan la práctica de la administración de tecnología en las organizaciones, y por tal razón, dichos aspectos deben ser considerados en todo modelo de administración de tecnología, los cuales son:

1. Identificación y evaluación de oportunidades tecnológicas.
2. Dirección de la investigación y desarrollo, hasta el nivel de factibilidad de los proyectos tecnológicos.
3. Puesta en práctica de las nuevas tecnologías en un producto y/o proceso.
4. Manejo de la obsolescencia y el reemplazo tecnológico.
5. Resguardo y mantenimiento de los activos tecnológicos de la organización.
6. Integración de la tecnología a las distintas operaciones y actividades de la compañía.

Por ello, a continuación se presenta la lista y la descripción de los factores, internos y externos a cualquier corporación, que influyen en el proceso de administración de tecnología

**Variables Internas.** Se consideran aquellos factores que caracterizan a la corporación, y que determinan las prácticas y el contexto de la administración de tecnología.

1. *Ramo Industrial.* Se refiere al área industrial en que la corporación se desempeña. Es de vital importancia relacionar el entorno industrial específico con la empresa, el negocio y las áreas funcionales de la organización.
2. *Línea de Negocios.* Tipo de productos y/o servicios que ofrece la compañía. En los mercados industriales de la tecnología es indispensable un alto nivel de coordinación entre la Mercadotecnia y la I&D debido a la rápida evolución y sustitución de las tecnologías, el rápido cambio en los hábitos del consumidor y la competencia cada vez más global y variada. Estas fuerzas tienden a reducir el ciclo de vida de los productos, de los mercados, de las industrias y de las tecnologías; y a estrechar las ventanas de oportunidad de los mercados para la introducción de nuevos productos y de nuevas tecnologías, la ágil adopción de otras y a la precisa anticipación de necesidades nacientes de los mercados para los nuevos productos.
3. *Cultura Organizacional.* Se refiere a la percepción de cada individuo, y especialmente en los niveles directivos de la empresa, de su papel dentro de la organización, su flexibilidad para adaptarse a los cambios, su disposición para producir mejores faunas de comunicación así como su participación y compromiso con los objetivos globales de la corporación.

4. *Políticas.* Políticas internas de la compañía, es el conjunto de normas desarrolladas a nivel empresa, con el fin de guiar las estrategias de negocios. Son las directrices a las que la empresa se ajusta en su desempeño y organización.
5. *Capital.* Disponibilidad de fondos para el financiamiento de la administración de la tecnología, es determinante para hacer una planeación estratégica de los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, congruentes con la liquidez financiera de la empresa.
6. *Recursos humanos.* El conocimiento, las habilidades y la capacidad del personal de la empresa son elementos básicos determinantes para la integración de la estrategia tecnológica y la de negocios.
7. *Flujo de información.* Son los canales para la distribución de la información tanto internas como externas de la corporación, debido a la dinámica del desarrollo tecnológico, se hace cada vez más importante aprovechar al máximo los sistemas de comunicación electrónicos, así como mejorar la comunicación interpersonal.
8. *Tecnología a administrar.* Son las tecnologías prioritarias para la empresa de acuerdo a su estrategia de negocios. La identificación de las tecnologías clave permite establecer una visión de la empresa, expresar los objetivos y móviles estratégicos, definir la filosofía y sus valores, identificando el dominio de sus operaciones, reconociendo las tendencias tecnológicas y de mercado globales para asignar recursos con atención a las prioridades fundamentales.

**Variables Externas.** Se refieren al diagnóstico del estado general de los sectores industriales que son importantes para los negocios de la empresa, así como del ambiente económico, político, tecnológico y social que le afecten actualmente y que le pueden afectar en el futuro.

1. *Tendencias Tecnológicas.* Se refiere a los cambios tecnológicos que afectan al desarrollo de la compañía y que son determinantes en el curso de la investigación y desarrollo tecnológico. Permite reconocer aquellas tendencias relevantes para la corporación.
2. *Accesibilidad a la Tecnología.* Es la capacidad y facilidad de la empresa de obtener las tecnologías externas. Dentro de un ambiente de competencia tecnológica es importante la disposición oportuna de las tecnologías clave para mantener o mejorar la posición competitiva de la empresa.
3. *Transferencia de Tecnología.* Proceso de transmisión de tecnología, su asimilación, adaptación, difusión y reproducción por un aparato productivo distinto al que la ha generado, con el fin de satisfacer a la empresa de sus requerimientos tecnológicos.
4. *Alianzas Estratégicas.* Se refiere a los acuerdos de colaboración comercial y tecnológica entre la empresa y otras corporaciones para fortalecer sus capacidades de competencia.

5. *Globalización.* La creciente accesibilidad a los mercados internacionales produce un ambiente de libre competencia, que implica mayores oportunidades para las empresas, pero al mismo tiempo, mayores riesgos, por lo cual es necesario que las corporaciones le den mayor atención al proceso de planeación tecnológica.
6. *Entorno Político Local.* Son los principios, declaraciones, lineamientos, decisiones, instrumentos y mecanismos gubernamentales y del marco legal que regulan y afectan las actividades de la empresa. Es importante que exista una estrecha participación de las empresas dentro del proceso arriba mencionado para lograr un correcto equilibrio entre las necesidades y beneficios del Estado y las empresas.
7. *Entorno Económico Local.* Son las condiciones tributarias, monetarias y de mercado en el ámbito nacional o local que afectan a las empresas. La planeación financiera y sus repercusiones sobre los recursos de la empresa dependen de la naturaleza y dinámica del entorno económico.
8. *Entorno Económico Internacional (macroeconomía).* Son las condiciones arancelarias, tributarias y monetarias de los acuerdos comerciales internacionales, y la dinámica de la oferta y la demanda en el mercado internacional, que afectan la comercialización y operación de las empresas.
9. *Entorno Político Internacional (macropolítica).* Son las declaraciones, lineamientos y mecanismos de los acuerdos políticos internacionales que afectan a la operación de las empresas. En este contexto, las empresas deben reconocer y ajustarse a las regulaciones legales de los países donde operan.
10. *Demandas y expectativas sociales.* Son las exigencias, de índole social y comercial, ejercidas sobre la empresa por parte de la comunidad y los consumidores de los bienes y/o servicios que la compañía ofrece. La planeación tecnológica debe considerar las necesidades e inquietudes de los usuarios y afectados por el desarrollo tecnológico de la empresa.
11. *Ecología.* Es la normatividad en materia ecológica a la cual está sujeta la empresa, y la responsabilidad del desarrollo e implantación de tecnologías limpias que reduzcan el deterioro ambiental. El proceso de planeación tecnológica debe considerar la cadena tecnología - impacto ambiental en la determinación de la cartera de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de la empresa.

#### **7.4 Variables Críticas que afectan la Administración de Tecnología en Pemex Refinación**

Un aspecto fundamental en el análisis de la metodología a usar, es la identificación de las variables de control que influyen en el proceso de administración de tecnología de Pemex Refinación.

Como variables de control o críticas, se entienden aquellos aspectos o características del entorno externo e interno que son determinantes en las prácticas de la administración de tecnología, es decir, los factores que constituyen el ambiente al que se debe ajustar el proceso de administración tecnológica. Las variables de control pueden ser identificadas a partir de un análisis causa-efecto basándose en las variables globales tanto internas como externas, particularizando este estudio a las características únicas de Pemex Refinación.

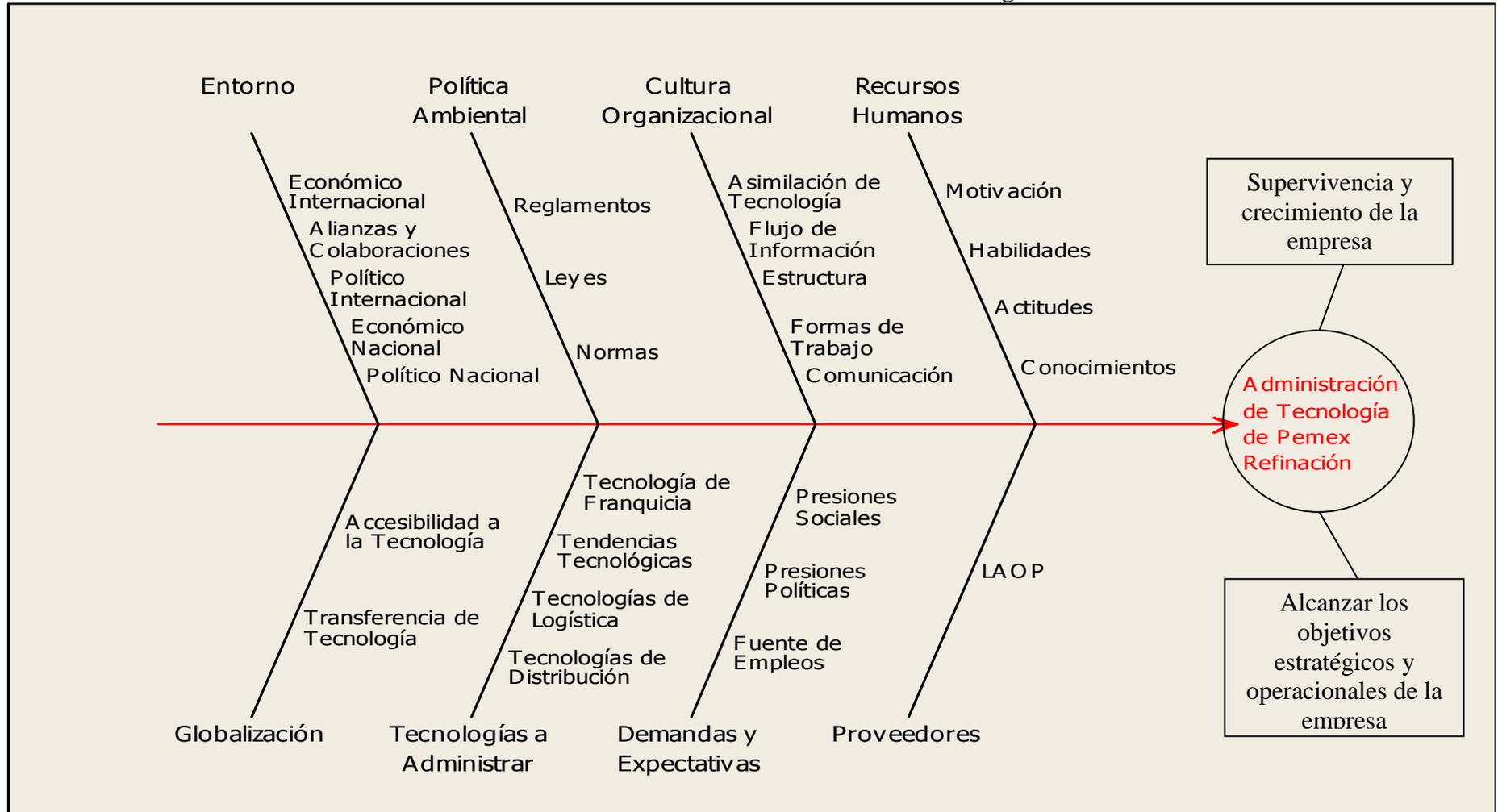
Un diagrama de causa y efecto de Ishikawa o de espina de pescado representa las posibles causas de un problema. El problema (efecto) se muestra en el lado derecho y la lista de causas en el lado izquierdo de una estructura similar a la de un árbol. Los ramales del árbol con frecuencia se asocian a la mayoría de las categorías de las causas. Cada ramal tiene una lista de causas más específicas en esa categoría. También se puede agregar subramales a cualquier ramal. El diagrama de Ishikawa es una herramienta conveniente para organizar información relacionada con las causas de un problema.

El diagrama de Ishikawa tiene como finalidad desagrupar un problema, proceso o elemento de estudio en sus partes esenciales, llegando hasta un nivel de profundidad que permita identificar los factores críticos que intervienen en dicho análisis. Por tal motivo, a través de un diagrama de Ishikawa, se distinguen e identifican las variables de control dentro del proceso de administración de tecnología de Pemex Refinación.

En la figura 6 se muestran las variables de control, así como su influencia dentro del proceso de administración de tecnología de Pemex Refinación.

FIGURA 6.

Identificación de las Variables de Control del Proceso de Administración de Tecnología de Pemex Refinación



### **7.5 Diagnóstico de la condición del Proceso de Administración de Tecnología en Pemex Refinación**

Este Diagnóstico tiene como objetivo ubicar a Pemex-Refinación dentro de los modelos de administración de tecnología existentes e identificar los elementos que optimicen el proceso de administración de tecnología de la empresa.

En la tabla 7 se presenta el diagnóstico de Pemex Refinación basándose en los elementos del proceso de administración de tecnología, a su vez, se relaciona cada uno de estos elementos con el modelo de administración que presente características similares.

**TABLA 7.**

**Diagnóstico de la condición del Proceso de Administración de Tecnología de Pemex Refinación y Caracterización de Pemex Refinación dentro de los Modelos identificados de Administración de la Tecnología**

	<b>ELEMENTOS DEL PROCESO DE ADMINISTRACION DE TECNOLOGIA DE PEMEX REFINACION</b>		
	<b>Características de Pemex Refinación</b>	<b>Elementos diagnóstico</b>	<b>Modelo al que se ajusta</b>
<b>CARACTERISTICA PRINCIPAL DE LA ADMINISTRACIÓN DE TECNOLOGÍA DE PEMEX REFINACIÓN</b>	<p>Los vínculos entre el IMP y Pemex Refinación se encuentran bien definidos, sin embargo y a pesar de los esfuerzos actuales no se encuentran totalmente integradas aún ambas entidades.</p> <p>Las actividades y funciones están orientadas a la adquisición de tecnologías externas para la satisfacción de las necesidades de la organización.</p> <p>La asimilación de tecnología dentro de Pemex Refinación se encuentra en niveles no satisfactorios para el aprovechamiento y explotación adecuada de las tecnologías con las que opera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentro de Petróleos Mexicanos, se considera al IMP como la unidad principal de I&amp;D. Sin embargo se detecta únicamente un soporte tecnológico en las siguientes actividades de AdT: Selección y evaluación de tecnologías, desarrollo de ingeniería básica, monitoreo y desarrollo de nuevas tecnologías; y servicios técnicos y tecnológicos.</li> <li>• Se detectan algunas actividades dentro de los 8 subprocesos de administración de la tecnología, en los cuales el IMP no tiene participación alguna.</li> <li>• Se observa una mínima profundización en el conocimiento de las tecnologías que se operan.</li> </ul>	<p>1ª Generación</p>

**TABLA 7.**

**Diagnóstico de la condición del Proceso de Administración de Tecnología de Pemex Refinación y Caracterización de Pemex Refinación dentro de los Modelos identificados de Administración de la Tecnología (cont.)**

<b>ELEMENTOS DEL PROCESO DE ADMINISTRACION DE TECNOLOGIA DE PEMEX REFINACION</b>			
	<b>Características de Pemex Refinación</b>	<b>Elementos diagnóstico</b>	<b>Modelo al que se ajusta</b>
<b>DETERMINACIÓN DE OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS</b>	<p>La importancia que se da a la tecnología para alcanzar los objetivos estratégicos de Pemex Refinación aumenta en los últimos años.</p> <p>El proceso de administración de tecnología tiene un bajo impacto dentro del proceso global de administración de Pemex Refinación debido a que la divulgación de sus objetivos y principios no ha cubiertos toda la organización.</p> <p>La formulación de estrategias tecnológicas se desarrolla por las unidades de planeación, producción y financiera, y posteriormente se plantean al IMP, ajustándose dicha institución a estas estrategias.</p> <p>Por su parte el IMP generalmente establece sus propios objetivos y estrategias, en forma paralela a los objetivos y necesidades de Pemex Refinación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La estrategia tecnológica no está definida explícitamente, de tal manera que no es conocida ni reconocida en los diversos niveles de la organización.</li> <li>• Existen programas y proyectos que intentan integrar las actividades tecnológicas a los objetivos generales de Pemex Refinación.</li> <li>• En algunas actividades de Pemex Refinación, el IMP no se encuentra alineado con las necesidades tecnológicas de la empresa.</li> </ul>	<p>Características de 2<sup>a</sup> Generación incluyendo elementos de 1<sup>a</sup> Generación.</p>
<b>TOMA DE DECISIONES</b>	<p>Las decisiones en cuanto a la planeación de actividades se toman a niveles gerenciales y subgerenciales en forma, en ocasiones aislada de los usuarios de la tecnología y de los subprocesos de AdT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la toma de decisiones no se atienden todas las áreas del negocio.</li> <li>• Existe poca participación de los usuarios de cada una de las actividades tecnológicas a lo largo del proceso de administración de la tecnología.</li> <li>• Algunos aspectos jurídico-legales no están integrados a las actividades de administración de la tecnología.</li> <li>• No hay definiciones precisas en los requerimientos de los servicios tecnológicos a contratar teniéndose que presentar muchas propuestas y alargamientos innecesarios de tiempos.</li> <li>• El proceso de adquisición de tecnología está limitado por la LAOP.</li> </ul>	<p>1<sup>a</sup>. Generación</p>

**TABLA 7.**

**Diagnóstico de la condición del Proceso de Administración de Tecnología de Pemex Refinación y Caracterización de Pemex Refinación dentro de los Modelos identificados de Administración de la Tecnología (cont.)**

	<b>ELEMENTOS DEL PROCESO DE ADMINISTRACION DE TECNOLOGIA DE PEMEX REFINACION</b>		
	<b>Características de Pemex Refinación</b>	<b>Elementos diagnóstico</b>	<b>Modelo al que se ajusta</b>
<b>ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL</b>	<p>La estructura de Pemex es vertical, piramidal, poco flexible para la interacción y comunicación entre las entidades que integran a la organización.</p> <p>Las jerarquías en algunas áreas se rigen bajo un ambiente de autoritarismo.</p> <p>Se pueden distinguir que algunas funciones y responsabilidades se encuentran duplicadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las actividades de administración de tecnología se encuentran dispersas y aisladas en toda la organización.</li> <li>• Las actividades de administración de tecnología se realizan por entidades diferentes de diversos niveles jerárquicos.</li> </ul>	1ª Generación
<b>RECURSOS HUMANOS</b>	<p>No existen planes de carrera ni un definido desarrollo profesional dentro de las actividades de administración de tecnología.</p> <p>La Unidad de Recursos Humanos integra en un bajo nivel los requerimientos en cuanto a capacidad técnicas y habilidades del personal en los procesos de reclutamiento y capacitación.</p> <p>No existen mecanismos formales de motivación e incentiación (sólo estímulos económicos generales).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe un concepto claro de la administración de tecnología, porque no se incluye ésta en los programas de capacitación y desarrollo profesional.</li> <li>• No hay vínculos establecidos entre las actividades de administración de la tecnología con el desarrollo profesional.</li> <li>• No hay Desarrollo Profesional en Administración de la Tecnología en forma sistematizada y formal.</li> <li>• Hay grandes limitaciones en el manejo de aspectos legales normativos y jurídicos en el funcionamiento de todos los subprocesos de administración de la tecnología.</li> </ul>	1ª. Generación

**TABLA 7.**

**Diagnóstico de la condición del Proceso de Administración de Tecnología de Pemex Refinación y Caracterización de Pemex Refinación dentro de los Modelos identificados de Administración de la Tecnología (cont.)**

	<b>ELEMENTOS DEL PROCESO DE ADMINISTRACION DE TECNOLOGIA DE PEMEX REFINACION</b>		
	<b>Características de Pemex Refinación</b>	<b>Elementos diagnóstico</b>	<b>Modelo al que se ajusta</b>
<b>DIRECCIÓN</b>	<p>El ambiente de trabajo entre las unidades técnicas y las unidades de negocio está basado en relaciones subordinado-jefe, no existiendo una libertad ni comunicación proactiva entre ellas.</p> <p>Existen áreas de oportunidad con respecto a la participación de la unidad administrativa en las actividades tecnológicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La integración del personal en forma multifuncional y multidisciplinaria en actividades clave de la organización no están altamente difundida, ni se aprovecha en toda su potencialidad.</li> <li>• No se identificaron líderes que conduzcan las actividades, dado que la cultura organizacional de la empresa no lo permite, definiéndose claramente los roles de jefes y subordinados.</li> </ul>	1ª Generación
<b>CONTROL DE SISTEMAS DE PROYECTOS</b>	<p>Se detecta una oportunidad de optimización en el balance entre proyectos clave y las necesidades y oportunidades del negocio.</p> <p>En la cartera de proyectos es difícil integrar a todas las unidades participantes en la administración de la tecnología y no se encuentra bien definida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El manejo de la cartera de proyectos en forma individualizada reduce la eficiencia y dispersa los esfuerzos de I&amp;DT.</li> <li>• Es difícil obtener una visión integral de la cartera de proyectos debido a que se realizan y se administran los proyectos de investigación en forma aislada.</li> <li>• Los proyectos de L&amp;D no están bien definidos para su realización.</li> <li>• Existe un largo proceso de negociación sin criterios de costo y duración de proyectos.</li> </ul>	2ª. Generación

### 7.6 Selección del Modelo de Administración de Tecnología a implantar en Pemex Refinación

Con fundamento en el análisis de los modelos de administración de tecnología identificados y en el diagnóstico de la condición que hoy en día guarda el proceso de administración de tecnología de Pemex Refinación se concluye que:

1. La base de las nuevas tendencias en Administración de Tecnología se establecen y formalizan a partir de los conceptos de tercera Generación, considerándose ésta una obra integradora de conceptos, modelos y herramientas.
2. La tercera generación se plantea como la integración de un plan estratégico corporativo de negocios- tecnológico de todas las áreas de la empresa (corporativa, divisional, de cada Unidad Estratégica de Negocios), y de las áreas funcionales (comercial, producción, legal, recursos humanos, finanzas e I&D), de modo que se enfoque a mercados y clientes para proporcionar una mejor posición estratégica y mayores utilidades.
3. La tercera generación busca crear un portafolio de I&D estratégicamente balanceado, cuya formulación se haga en conjunto entre los administradores generales y la administración de la I&D a lo largo de toda la organización. Su contexto estratégico reclama un marco de referencia holístico incorporando una filosofía basada en la colaboración rompiendo el aislamiento de la I&D del resto de la organización, e integrando las estrategias de I&D y de negocio a nivel de toda la corporación.
4. El modelo de tercera generación es uno de los primeros que hace uso de la construcción y síntesis de imágenes para auxiliar la evaluación y selección de opciones de estrategia tecnológica.
5. La quinta generación de Administración de Tecnología es una concepción más completa de la AdT basada en la tercera generación, en esta quinta generación el elemento fundamental la tecnología es la comunicación y el establecimiento de redes de trabajo virtuales de aprendizaje simbiótico, identificándose además la activa participación de clientes y proveedores en el proceso de A de T.
6. El proceso de Administración de Tecnología de Pemex Refinación puede ubicarse dentro de las características de un modelo de primera generación, con marcadas tendencias a una segunda generación de Administración de Tecnología.
7. Los modelos de cuarta y quinta generación están fuera del contexto de Pemex Refinación, dadas sus características particulares de empresa paraestatal con un mercado cautivo, de hacer una mínima I&D y de ser básicamente una empresa adquirentora de tecnología. Por otra parte, los supuestos de la tercera generación no están totalmente cubiertos en Pemex Refinación.
8. *El modelo de tercera generación representa la opción más viable para optimizar el proceso de administración tecnológica en Pemex Refinación, ya que a pesar de que ya existen acciones que buscan la integración de la tecnología a toda la organización, esta integración no se ha alcanzado totalmente, por lo que no pueden ser implantados otros modelos de administración que suponen satisfecha esta integración.*
9. *Por lo anteriormente expresado, los conceptos de tercera generación son los más viables de aplicarse a Pemex Refinación.*

### 8. SOLUCIÓN ELEGIDA

#### 8.1. Modelo de Administración de Tecnología a Implantar en Pemex Refinación

Una vez establecido que el modelo de tercera generación representa la opción más viable de tomar como base para optimizar el proceso de administración tecnológica en Pemex Refinación, se presenta la propuesta específica del modelo de administración de Tecnología a implantar.

El modelo de Tercera Generación se fundamenta en una filosofía de colaboración entre las diferentes unidades que conforman la organización, especialmente pretende la integración de la I&D a las actividades de la empresa, rompiendo el aislamiento de la unidad de I&D del resto de la organización. Su contexto estratégico reclama un marco de referencia holístico.

La teoría de Tercera Generación, sostiene que el papel de la I&D es defender y soportar el negocio, expandir los negocios actuales, y ampliar y fortalecer las capacidades tecnológicas de la empresa. Por tal motivo, es necesario establecer un proceso de administración que fomente y facilite el uso integral de la tecnología, a través de su dominio, con el objeto de lograr ventajas competitivas sostenibles.

Por lo anterior, la Tercera Generación busca crear un portafolio de I&D estratégicamente equilibrado, cuya formulación se haga en conjunto entre los gerentes generales y la gerencia de I&D a lo largo de toda la organización. Asimismo, requiere de flexibilidad entre los niveles jerárquicos de la estructura organizacional con objeto de mejorar la comunicación y la toma de decisiones.

A continuación se comentan los supuestos de la teoría de Tercera Generación con respecto a los aspectos de Pemex Refinación relacionados con tales supuestos:

- Existe una filosofía de colaboración a lo largo de toda la organización.*  
En Pemex Refinación se detectan oportunidades para la optimizar la interacción, comunicación y comunicación que existe dentro de las entidades que integran la organización.
- Las tecnologías importantes de la empresa están dominadas.*  
Se detectan oportunidades para el total aprovechamiento de la tecnología dentro de las actividades operativas de Pemex Refinación.
- Existe una unidad de I&D dentro de la organización.*  
A pesar de que dentro de Petróleos Mexicanos se considera como la unidad principal de I&D al IMP, éste generalmente establece sus objetivos y estrategias en forma paralela e independiente a Pemex Refinación.

- ❑ *La unidad de I&D tiene un amplio potencial para realizar sus actividades en todos los niveles contemplados (investigación básica, aplicada y desarrollo).*  
Las actividades del IMP con respecto a Pemex Refinación se concentran en proporcionar soporte tecnológico: selección, evaluación y monitoreo de tecnologías y servicios técnicos y tecnológicos.
- ❑ *La estructura organizacional tiene la flexibilidad y capacidad para adaptarse a los nuevos principios de la administración.*  
La estructura organizacional de Pemex Refinación puede permitir el cambio y la adaptación a los principios de la Administración de Tecnología.
- ❑ *Existen las aptitudes y actitudes en el personal para la optimización del proceso de administración de tecnología.*  
Debido a que es en los últimos años cuando se ha reconocido la importancia de la administración de tecnología en Pemex Refinación, los conceptos y principios de ésta se encuentran aún en proceso de asimilación por el personal.

La Tercera Generación establece la importancia de una comunicación productiva, continua y de mutuo respeto entre todos los gerentes, basada en una relación de "socios". Además manifiesta la importancia de una visión corporativa, inteligente y comprometida de los administradores, de manera que el proceso de administración se ajuste a los principios de la teoría. Por otra parte, dirige sus proyectos basándose en dos aspectos:

1. Las decisiones son tomadas en forma de portafolio o cartera de proyectos.
2. Las inversiones de I&D son calificadas en función de sus riesgos y beneficios.

En la figura 7 se presenta gráficamente el Modelo de Tercera Generación de Administración de Tecnología, en donde se observa que no son contemplados aspectos importantes para Pemex Refinación, tales como:

- a) Transferencia de tecnología
- b) Asimilación de tecnología
- c) Motivación, integración, ajustes actitudinales y mejora del desempeño del personal
- d) Reclutamiento y control de personal de acuerdo a perfiles de carrera

Sin embargo, resulta importante mencionar que la metodología de tercera generación cubre el 80% del total de los aspectos relevantes para Pemex Refinación; el 20% restante de éstos, pertenecen a los elementos de planeación tecnológica y desarrollo profesional.

**FIGURA 7.**  
**Modelo de Tercera Generación de Administración de Tecnología**

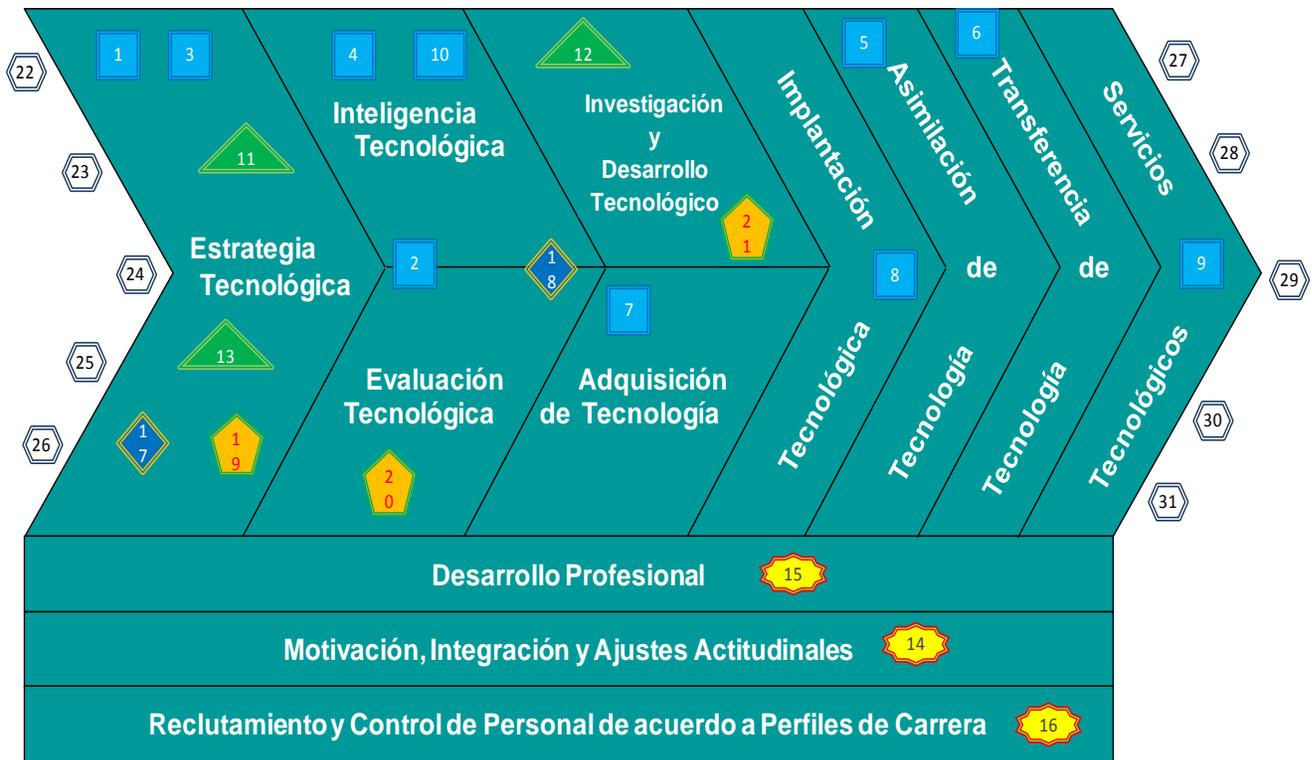


Con las observaciones mencionadas anteriormente, se puede ajustar el modelo de administración de tecnología de tercera generación para Pemex Refinación, el cual considera todos los aspectos analizados en el presente estudio:

- Modelos de administración de tecnología.
- Variables que afectan al proceso de administración de tecnología.
- Variables críticas en el proceso de administración de tecnología de Pemex Refinación.
- Diagnóstico de Pemex Refinación.

La figura 8 muestra el esquema del modelo de administración de tecnología propuesto para Pemex Refinación.

**FIGURA 8.**  
**Modelo de Administración de Tecnología propuesto para Pemex Refinación**  
**(Adecuación del Modelo de Tercera Generación)**



**Planeación Tecnológica**

1. Planeación tecnológica alineada con las estrategias del negocio.
2. Evaluación y pronóstico tecnológico.
3. Planeación de la investigación, el desarrollo y la producción.
4. Búsqueda de oportunidades tecnológicas.
5. Asimilación de tecnología.
6. Transferencia de tecnología.
7. Adquisición de la tecnología acorde con la estrategia tecnológica.
8. Puesta en práctica de nuevas tecnologías.
9. Resguardo y mantenimiento de los activos tecnológicos.
10. Manejo de la obsolescencia y el reemplazo tecnológico.



**Cultura Organizacional**

11. Desarrollo de políticas tecnológicas.
12. Administración de la Investigación y Desarrollo.
13. Organización para la planeación multifuncional.



## **Recursos Humanos**

14. Motivación, integración, ajustes actitudinales y mejora del desempeño personal.
15. Establecimiento de planes de carrera.
16. Reclutamiento y control de personal de acuerdo a perfiles de carrera.



## **Dirección**

17. Coordinación de las unidades técnicas con las unidades comerciales.
18. Continua comunicación con proveedores, distribuidores, clientes, personal, comunidad y el gobierno.



## **Proyectos**

19. Determinación de la cartera de proyectos basada en la consistencia con los objetivos de la empresa.
20. Evaluación de proyectos en función del riesgo.
21. Planeación y administración de proyectos en función de las necesidades y oportunidades del negocio.



## **Aspectos Generales del Proceso de Administración de Tecnología**

22. Desarrollo de una cultura tecnológica
23. Difusión del potencial humano para alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa.
24. Integración de la tecnología a las distintas operaciones y actividades de la empresa.
25. Integración de la tecnología de la información a la estructura organizacional.
26. Identificación de cuellos de botella en el proceso.
27. Perspectiva corporativa de los administradores de tecnología.
28. Flexibilidad en la estructura para permitir la interacción, comunicación y colaboración entre las distintas entidades de la organización.
29. Relación estrecha y comunicación continua entre las unidades técnicas y las de negocio.
30. Identificación y difusión de las fortalezas y debilidades tecnológicas de la empresa.
31. Difusión de los objetivos y principios de la administración de tecnología.

## 8.2. Descripción de los Elementos introducidos al Modelo de Tercera Generación para su implantación en Pemex Refinación

Los elementos que fueron introducidos al modelo de Tercera Generación pueden ser descritos como sigue:

***Transferencia de Tecnología.*** Proceso de transmisión de tecnología (conocimiento técnico) y su asimilación, adaptación, difusión y reproducción por un aparato productivo distinto al que la ha generado. Este elemento se diferencia del común proceso de comercialización de tecnología (búsqueda, negociación y contratación de conocimientos técnicos y su utilización futura en la producción y distribución de un bien o servicio determinado).

***Asimilación de Tecnología.*** Proceso de desarrollo, fortalecimiento y aprovechamiento de las capacidades tecnológicas (conocimiento y dominio de la tecnología) de la empresa.

***Motivación, Integración y Ajustes Actitudinales.*** Administración de personal que considera un sistema de estímulos al desempeño, así como programas de integración y adaptación del personal a los principios de la administración de tecnología.

***Reclutamiento y Control de Personal de Acuerdo a Perfiles de Carrera.*** Proceso de reclutamiento y control del personal que contempla una alineación de los perfiles y desempeños personales con los objetivos de la administración de tecnología.

La administración de tecnología como una función integral implica cambio. Este cambio requiere de la preparación y participación de toda la organización; por lo que la implantación del proceso necesita ser guiada por los lineamientos fundamentales de la administración de la tecnología. Los aspectos generales del proceso de administración de tecnología presentados en la figura 8, constituyen las bases en las que debe soportarse la implantación y el funcionamiento del proceso de administración tecnológica. El cambio en la administración de tecnología debe ser guiado a través del desarrollo de una cultura tecnológica que permita tomar conciencia de la importancia que la tecnología representa para la supervivencia y el crecimiento de la empresa.

De igual manera debe reconocerse que el factor humano es el elemento clave en el alcance de los objetivos estratégicos de la empresa, siendo el uso integral de sus capacidades técnicas y personales el bien más importante de la organización. Por otra parte, para que el proceso de administración de tecnología sea eficiente se requiere de la interacción, comunicación, colaboración e integración de las distintas entidades de la organización de manera que las funciones administrativas sean optimizadas en cada una de sus actividades; para esto, la tecnología de la información y comunicación representa el medio que permite que el proceso de comunicación sea rápido, oportuno y productivo.

Asimismo, la participación de los administradores demanda una perspectiva corporativa, partiendo del conocimiento de las debilidades y fortalezas de la empresa, de los objetivos y principios de la administración tecnológica y de la identificación de las actividades críticas dentro del proceso de administración tecnológica de la organización.

Por último, es importante resaltar que nadie dentro de la organización está excluido del proceso de administración tecnológica, por lo que resulta necesario que cada entidad e individuo conozca y domine el aspecto tecnológico que le es pertinente.

**9. RECOMENDACIONES**

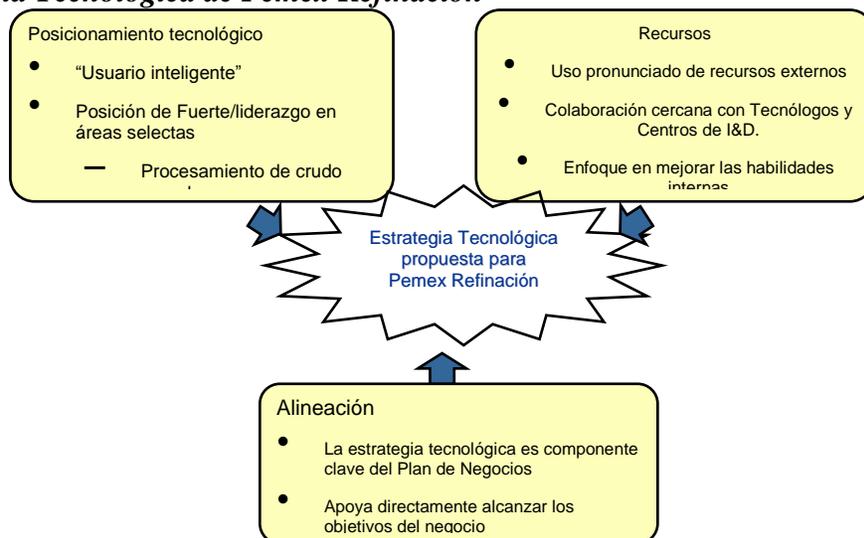
- ❑ *Implantar en Pemex Refinación el Modelo de Administración de Tecnología establecido en la figura 8.*

FIGURA 8.

Modelo de Administración de Tecnología propuesto para Pemex Refinación (Adecuación del Modelo de Tercera Generación)



- ☀ *Establecer el uso efectivo de las tecnologías existentes y el equilibrio de los recursos en la Estrategia Tecnológica de Pemex Refinación*



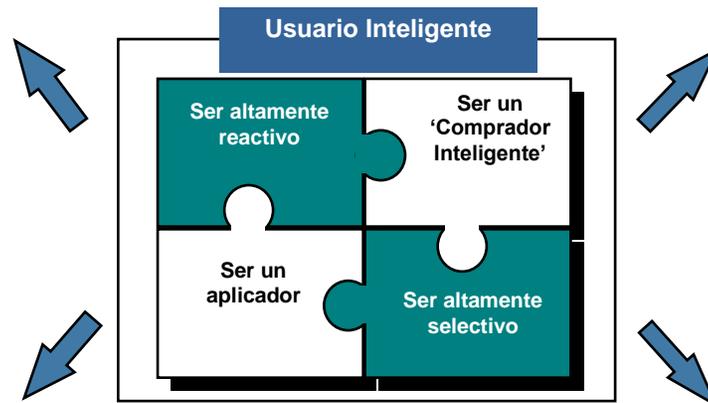
## ○ *Hacer de Pemex Refinación un “Usuario Inteligente” de Tecnología*

**Ser altamente reactivo**

- Se requiere de un comportamiento rápido y flexible
- Monitoreo cercano del entorno, ej. tecnología, competencia, clientes, regulaciones
- Identificar proactivamente las oportunidades
- Mantener opciones múltiples

**Ser un ‘comprador inteligente’**

- Preferencia por la adquisición de la tecnología
- Desarrollo y mantenimiento de habilidades de evaluación de tecnología de alta calidad
- Utilizar proyectos de I&D principalmente para apoyar plataformas clave y áreas tecnológicas



**Ser un buen aplicador**

- Trabajo limitado de desarrollo interno, con enfoque en plataformas clave y donde ya se tengan fuertes capacidades
- Identificación de tecnologías que pueden ser apalancadas en todo el sistema de PR
- Buscar oportunidades valiosas de colaboración

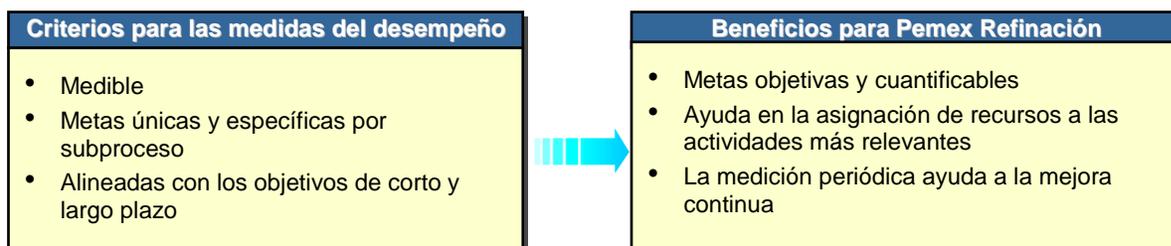
**Ser altamente selectivo**

- Relación estrecha entre la estrategia tecnológica y el plan de negocio
- Planes de inversión enfocados en las plataformas de tecnología clave y en las brechas en la tecnología
- Establecer claramente las prioridades, ej. capacidades tecnológicas internas vs. externas

- *En el rediseño de la Administración de la Tecnología en Pemex Refinación, incluir los siguientes elementos en cada uno de los subprocesos*

Subprocesos	Elementos principales de Rediseño
<b>Estrategia tecnológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alineación con los objetivos y el Plan de Negocios</li> <li>• Estrategia definida en marco de plataformas</li> </ul>
<b>Inteligencia tecnológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos sistemáticos e integrados</li> <li>• Esfuerzo proactivo, incluyendo alertas, basado en estrategia y necesidades</li> </ul>
<b>Evaluación tecnológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso sistemático de criterios generales y metodología</li> <li>• Alto nivel de trabajo en equipo, incluyendo usuario</li> </ul>
<b>Adquisición de tecnología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo multi-disciplinario, incluyendo el departamento legal para evaluar las opciones de licitación dentro de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas</li> </ul>
<b>Desarrollo tecnológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos alineados con los objetivos de negocio de PR</li> <li>• Ejecución/monitoreo de proyectos por el equipo multi-disciplinario</li> </ul>
<b>Implantación tecnológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantación por un equipo multi-disciplinario bien entrenado</li> <li>• Relación estrecha con proveedor de tecnología para facilitar la transferencia</li> </ul>
<b>Servicio tecnológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaboración usuario/proveedor en todo el proceso</li> <li>• Balance de oportunidades de corto y largo plazo</li> </ul>
<b>Desarrollo Profesional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de carrera alineado con las necesidades de capacidad técnica de PR</li> <li>• Admin. proactiva de las necesidades de desarrollo de corto y largo plazo</li> </ul>

- ◆ *Efectuar una medición efectiva del desempeño para asegurar que los subprocesos de la administración de la tecnología estén funcionando adecuadamente*



Se proponen los siguientes indicadores de desempeño para los subprocesos principales.

Subproceso	Indicador	Cálculo
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia tecnológica</li> <li>Inteligencia tecnológica</li> <li>Evaluación de tecnología</li> <li>Adquisición de tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grado de alineación de las plataformas con el Plan de Negocios (PN)</li> <li>Proporción de necesidades de información tecnológica atendidas</li> <li>Índice de cumplimiento</li> <li>Índice de cumplimiento del presupuesto asignado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de plataformas que atienden un objetivo del PN/ Número de objetivos del PN</li> <li>Necesidades de inf.atendidas/ necesidades de inf. solicitadas</li> <li>Monto real ejercido/monto autorizado para adq. de tecnología.</li> <li>Tiempo de adq./tiempo mínimo de Adq. Anterior.</li> </ul>

**Adicionalmente, se proponen las siguientes acciones:**

- ✓ Conformar un Grupo Directivo de implantación de la Administración de Tecnología
- ✓ Definir claramente las responsabilidades, autoridad y tiempos para la implantación del Proceso
- ✓ Definir claramente los recursos necesarios, asegurar un alto involucramiento del personal en los Centros de Trabajo y de varios grupos de Oficinas Centrales
- ✓ Establecer el compromiso de la Dirección para disponer de los recursos recomendados
- ✓ Documentar y comunicar los resultados del proyecto de Administración de Tecnología a toda la organización
- ✓ Implantar plataformas tecnológicas para asegurar un balance adecuado para el corto y largo plazos
- ✓ Desarrollar e incorporar un Programa de Comunicación amplio como parte de la implantación

- ✓ Llevar a cabo un programa de talleres para educar y crear conciencia de la necesidad de la Administración de Tecnología a lo largo de la organización
- ✓ Lograr una implantación en lugares piloto selectos para maximizar las probabilidades de éxito y facilitar la identificación de mejoras
- ✓ Generar “éxitos rápidos” para obtener credibilidad a través de la identificación de aplicaciones tecnológicas de corto plazo
- ✓ Trabajar de manera cercana con Recursos Humanos para el Programa de Desarrollo Profesional, considerando el desarrollo de un catálogo de competencias y un sistema de incentivos y reconocimientos
- ✓ Implantar la nueva estrategia tecnológica y asegurar su alineación continua con las necesidades del negocio de PEMEX Refinación
- ✓ Enfocarse más en la aplicación que en el desarrollo de tecnologías
- ✓ Implantar agresivamente los subprocesos rediseñados de administración de la tecnología
- ✓ Implantar y emplear mediciones de desempeño, enfocándose en los subprocesos de administración de la tecnología
- ✓ Mejorar la colaboración con desarrolladores de tecnología, centros de investigación y universidades para utilizar efectivamente los recursos externos
- ✓ Realignar los recursos de la administración de la tecnología, incluyendo más involucramiento por parte de los usuarios
- ✓ Mejorar habilidades internas, implantando un programa bien diseñado de desarrollo profesional
- ✓ Fuerte apoyo por parte de la Gerencia para la importancia de una administración efectiva de la tecnología
- ✓ Incorporar roles redefinidos e implantar redes de expertos en la organización tecnológica

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Amidon, Debra, The challenge of fifth generation R&D, Res. Tech. Manag., jul-aug, 1996, pp 33-41.
2. Bosomworth, Ch., Sage, B., How 26 companies manage their central research, Res. Tech. Manag., may-jun, 1995, pp 32-40.
3. Brockhoff, Klaus, Technology management in the company of the future, Tech. Anal. and Strat. manag, vol 8, No. 2, 1996, pp 175-189.
4. Cabral-Cardoso, Carlos, The politics of technology management, Tech. Anal. and Strat. manag, vol 8, No. 1, 1996, pp 47-58.
5. De la Tijera, Eduardo, Herramientas para la toma de decisiones tecnológicas, Estrategia industrial, ej. 98, 1991, pp 5-7.
6. De la Tijera, Eduardo, La gestión de tecnología, Estrategia industrial, ej. 90, 1991, pp 4-7.
7. Del Rio Soto, Roberto, La importancia de la estrategia tecnológica en las empresas, IMIQ, año XXXVI, nov-dic, 1995, pp 15-18.
8. Drejer, Anders, The discipline of technology, based on considerations of management technology, Technovation, vol. 17, No. 5, 1997, pp 253-265.
9. Gaynor, Gerard H., Handbook of technology management, Mc Graw Hill, New York, 1996.
10. Goodman, R. A., and Lawless, M. W., Technology and Strategy, New York, Oxford University Press, 1994.
11. Green, K, et al, Critical perspectives on technology management, Tech. Anal. and Strat. manag, vol 8, No. 1, 1996, pp 3-7.
12. Husain, Zafar and Sushil, Strategic management of technology- a glimpse of literature, Int. J. Tech. Manag., vol 14, No. 5, 1997, pp 539-577.
13. Informe Anual, Pemex 2004.
14. Informe Anual, Pemex 2005.
15. Informe Anual, Pemex 2006.
16. Informe Anual, Pemex 2007.

17. Informe Anual, Pemex 2008.
18. Jain, R. K., and Triandis, H. C., Management of research and development organizations. Managing the unmanageable, John Wiley & Sons, New York, 1992.
19. Kerssens-Van, I., et al, Describing the issues of knowledge management in R&D, R&D Management, vol 26, No. 3, 1996, pp 213-229.
20. Memoria de labores 2004, Petróleos Mexicanos.
21. Memoria de labores 2005, Petróleos Mexicanos.
22. Memoria de labores 2006, Petróleos Mexicanos.
23. Memoria de labores 2007, Petróleos Mexicanos.
24. Memoria de labores 2008, Petróleos Mexicanos.
25. Menke, Michael, Managing R&D for competitive advantage, Res. Tech. Manag., nov-dec, 1997, pp 40-42.
26. Metz, Phillip, Integrating technology planning with business planning, Res. Tech. Manag., may-jun, 1996, pp 19-22.
27. Miller, J. A., Norling, P. M: and Collette, J. W., Research Technology Management: Leading, Managing and Getting Results, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Fourth Edition.
28. Purdon, William, Increasing R&D effectiveness, Res. Tech. Manag., jul-aug, 1996, pp 48-56.
29. Ransley, D., Rogers, J., A consensus on best R&D practices, Res. Tech. Manag., mar-apr, 1994, pp 19-26.
30. Reger, G., and Wichert-Nick, D., A learning organization for R&D management, IJTM, Special Issue on R&D management, 1997, pp 796-817.
31. Roussel, P.; N. Saad, K.; Erickson, T., Third Generation R&D, Managing the link to corporate strategy, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1991.
32. Steele, L. W., Managing Technology, New York, Mc Graw Hill, 1992.
33. Szakonyi, Robert, Measuring R&D effectiveness I, Res. Tech. Manag., mar-apr, 1994, pp 2732.
34. Teresko, John, Rethinking R&D can transform a company, IEEE Eng. Manag. Rev., summer 1998, pp 5-7.